

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

Tesis previa a la obtención del título de:

INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PARA EXTRACCIÓN DE
GASES RESIDUALES DE UNA MESA DE CORTE POR PLASMA**

AUTORES:

PATRICIA CUMANDÁ GODOY LOZADA

OMAR SANTIAGO MENCÍAS VACA

DIRECTOR:

ENRIQUE FERNANDO LARCO CALVACHE

Quito, mayo de 2015

Certifico que el presente trabajo, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico ha sido realizado en su totalidad por los señores Patricia Cumandá Godoy Lozada y Omar Santiago Mencías Vaca.

Los conceptos desarrollados, análisis, cálculos realizados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Ing. Enrique Fernando Larco Calvache M.Sc

DIRECTOR DE TESIS

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros Patricia Cumandá Godoy Lozada y Omar Santiago Mencías Vaca autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaramos que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Patricia Cumandá Godoy Lozada

1720101615

Omar Santiago Mencías Vaca

1722694625

DEDICATORIA

Quiero dedicar este nuevo logro en mi vida a nuestro ser supremo, gracias Dios por escuchar mis oraciones, a mi ángel de la guarda Elena Vaca mi madre que desde el cielo vela por mí y nuestra familia, eres y siempre serás una guía en mi camino; a ustedes Pedro y Ruth mis padres por su insuperable apoyo mil gracias, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, a mis hermanos Mike y Allan que se han sacrificado tanto como yo en cumplir sus objetivos, a mis familiares, seres queridos y amigos por recordarme constantemente el terminar mi carrera.

Y a la mujer que adoro con mi vida y mi futura esposa Gabriela, le dedicó este logro por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por ser tal y como es. Siendo mi apoyo en todo momento depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba.

Omar Santiago Mencías Vaca.

DEDICATORIA

A mi madre Marina Lozada, quien me enseñó el verdadero valor de la vida, una mujer luchadora, generosa, fiel al amor de sus hijos. A mi hermano Wilmer Godoy Lozada, quien fue y será mi ejemplo a seguir y hoy por hoy se ha convertido en mi ángel de la guarda que desde el cielo me cuida y me da fuerzas para seguir cumpliendo con mis metas. A mi padre Ángel Godoy quien me enseñó a ser fuerte, a valerme por mi misma. A mis hermanos Ramiro, Diego, Vinicio y Danny de quienes he aprendido a levantarme, a luchar por lo que más quiero, a ser lo que uno debe ser sin olvidarme de los valores que nuestros padres nos inculcaron, a saber que pase lo que pase siempre la familia es la familia. A mis sobrinos, cuñadas y amigos por todo su apoyo, paciencia, amor, y sobre todo por creer en mí.

Patricia Cumandá Godoy Lozada

AGRADECIMIENTO

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que formamos este grupo de trabajo. Por esto agradezco a nuestro director de tesis, Ing. Fernando Larco profesor a lo largo de nuestra carrera y hoy quien nos encamina hasta la cúspide de la meta por alcanzar. Aquella persona que nos dio impulso y sin esperar nada a cambio compartió pláticas y conocimientos con nosotros Ing. William Díaz Director de carrera. A quien con su esfuerzo y responsabilidad a logrado mejorar y mantener la excelencia académica de nuestra facultad de Ingenierías.

Finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Omar Santiago Mencías Vaca.

Patricia Cumandá Godoy Lozada.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	2
1.1 Corte de metales	2
1.1.1 Métodos de corte de metales	2
1.2 Proceso de corte por plasma.....	2
1.2.1 Características del proceso	3
1.2.2 Variables del proceso	4
1.2.3 Tipos de corte por plasma	6
CAPÍTULO II	8
2. ALTERNATIVAS DE DISEÑO	8
2.1 Ventilación industrial	8
2.2 Sistema de extracción localizada	8
2.2.1 Receptor o campana extractora	9
2.2.2 Ductos	13
2.2.3 Purificador de aire	17
2.2.4 Ventilador industrial.....	17
2.3 Sistema de extracción por cámaras de sedimentación	20
2.4 Sistema de extracción por separadores centrífugos.	21
2.5 Sistema de extracción por colectores húmedos.....	21
2.5.1 Lavadores de energía media o scrubbers	23
2.6 Sistema de extracción por fuerzas de inercia	23
2.6.1 Cámaras de choque	23
2.6.2 Ciclones.....	24
2.6.3 Multiciclones.....	25
2.7 Sistemas de extracción de polvo gases y humos utilizados en la industria	26

2.8	Análisis de alternativas	28
2.8.1	Alternativa 1 – Extracción localizada	28
2.8.2	Alternativa 2 – Cámaras de sedimentación.....	28
2.8.3	Alternativa 3 – Separadores centrífugos	28
2.8.4	Alternativa 4 - Colectores húmedos.....	29
2.8.5	Alternativa 5 – Por fuerza de inercia.....	29
2.9	Selección de la mejor alternativa	31
CAPÍTULO III.....		32
3.	DISEÑO DEL EQUIPO DE EXTRACCIÓN	32
3.1	Diseño de las campanas de extracción	32
3.1.1	Caudal	32
3.1.2	Velocidad de captación	32
3.1.3	Dimensiones de las campanas de extracción	34
3.2	Diseño de ductos	37
3.2.1	Velocidad de circulación de aire en ductos.....	37
3.2.2	Dimensiones del ducto	38
3.2.3	Cálculo de la pérdida de carga en el sistema.....	39
3.3	Selección de ventilador	47
3.4	Selección de filtro	49
CAPÍTULO IV.....		51
4.	CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO DE EXTRACCIÓN	51
4.1	Adquisición de materia prima, ventilador y filtro.....	51
4.1.1	Materia prima	51
4.1.2	Ventilador.....	51
4.1.3	Filtro.....	51
4.2	Fabricación de los elementos del sistema de extracción.....	51
4.3	Montaje del equipo de extracción	60

CAPÍTULO V	62
5. COSTOS	62
5.1 Análisis de costos.....	62
5.2 Materia prima y equipos.....	62
5.3 Mano de obra construcción y montaje	63
5.4 Ingeniería.....	63
5.5 Pruebas	64
5.6 Costo total del sistema de extracción	64
CAPÍTULO VI.....	66
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	66
6.1 Porcentaje de eficiencia.....	66
6.2 Medio Ambiente.....	67
6.3 Condiciones de trabajo del operador.....	67
6.4 Cuantificación económica.....	67
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	70
LISTA DE REFERENCIAS	71
ANEXOS	73
ANEXO 1. PLANCHA ACERO GALVANIZADO	74
ANEXO 2. DUCTO FLEXIBLE	76
ANEXO 3. VENTILADOR.....	77
ANEXO 4. FILTRO CARBÓN ACTIVADO	78
ANEXO 5. CINTA ADHESIVA	80
ANEXO 6. SIKAFLEX	82
ANEXO 7. PLANOS	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Corte por Plasma.....	3
Figura 1.2. Características del corte por plasma	4
Figura 1.3. Gases Residuales.	7
Figura 2.1. Sistema de extracción localizada.....	9
Figura 2.2. Campanas de captación.....	9
Figura 2.3. Campana tipo encerramiento	10
Figura 2.4. Campana receptora	11
Figura 2.5. Campana de corriente lateral	12
Figura 2.6. Campana exterior.....	12
Figura 2.7. Campanas móviles	13
Figura 2.8. Ductos (Conductos)	14
Figura 2.9. Ductos de chapa metálica	15
Figura 2.10. Ductos de lana de vidrio	16
Figura 2.11. Ductos flexibles	16
Figura 2.12. Filtro	17
Figura 2.13. Ventilador centrífugo.....	18
Figura 2.14. Tipos de rodete ventilador centrífugo.....	19
Figura 2.15. Ventilador axial	20
Figura 2.16. Proceso de sedimentación.....	20
Figura 2.17. Principio de centrifugación.....	21
Figura 2.18. Caja de aspersion	22
Figura 2.19. Principio lavado de gases.....	22
Figura 2.20. Torres rociadoras	23
Figura 2.21. Cámaras de choque	24
Figura 2.22. Ciclón.....	25
Figura 2.23. Multiciclón.....	26
Figura 2.24. Extracción industrial.	27
Figura 3.1. Caudal de extracción de las campanas.....	35
Figura 3.2. Campanas de captación.....	35
Figura 3.3. Dimensiones de las campanas de extracción.	37
Figura 3.4. Tipos de presión.....	40
Figura 3.5. Presión dinámica de aire en función de su velocidad.	41

Figura 3.6. Pérdida de carga por rozamiento del aire.	42
Figura 3.7. Ángulo entre los vértices de la campana.	43
Figura 3.8. Coeficiente n campanas de captación.	43
Figura 3.9. Aumento	44
Figura 3.10. Coeficiente n de aumento.	45
Figura 3.11. Software Soler & Palau Selectores	47
Figura 3.12. Ingreso de variables en el programa	48
Figura 3.13. Posibles ventiladores a utilizar	48
Figura 3.14. Punto de operación del sistema.....	49
Figura 4.1. Cinta adhesiva metalizada	52
Figura 4.2. Trazado en planchas	53
Figura 4.3. Trazado de caja de filtros.....	53
Figura 4.4. Corte de planchas en la cizalla.....	54
Figura 4.5. Corte de las campanas y aumentos en la mesa de corte	54
Figura 4.6. Corte de las carcassas de los ventiladores	55
Figura 4.7. Rolado de las campanas de extracción	56
Figura 4.8. Rolado de los aumentos	56
Figura 4.9. Doblecres	57
Figura 4.10. Doblez horizontal de la caja de filtros	57
Figura 4.11. Doblez vertical de la caja de filtros	58
Figura 4.12. Soldadura de las campanas	58
Figura 4.13. Soldadura de la caja de filtros.....	59
Figura 4.14. Sellado del conjunto	59
Figura 4.15. Montaje de los elementos armados.....	60
Figura 4.16. Vista frontal de la mesa de corte.....	60
Figura 4.17. Vista posterior de la mesa de corte con el sistema total instalado.....	61
Figura 4.18. Posición del filtro.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Tabla comparativa de los métodos de corte	2
Tabla 2.1. Rendimiento de un ciclón	25
Tabla 2.2. Rango de partículas que atrapa	27
Tabla 2.3. Cuantificación de alternativas	30
Tabla 3.1. Parámetros de dimensionamiento	32
Tabla 3.2. Velocidad de captación por campana.....	33
Tabla 3.3. Valores de velocidad de aire recomendados para el diseño de ductos.....	38
Tabla 3.4. Pérdidas de los elementos del sistema de extracción	46
Tabla 3.5. Pérdidas de los elementos del sistema de extracción	46
Tabla 5.1. Costo materia prima y equipos.....	62
Tabla 5.2. Costo mano de obra construcción y montaje	63
Tabla 5.3. Costo ingeniería	64
Tabla 5.4. Costo pruebas	64
Tabla 5.5. Costo total	65
Tabla 6.1. Medición de generación de humo	66
Tabla 6.2. Capacidad de los procesos productivos	68

ÍNDICE DE ECUACIONES

[Ec. 1] Caudal de flujo a ser extraído.....	34
[Ec. 2] Área de la campana	34
[Ec. 3] Diámetro de la boca de las campanas.....	36
[Ec. 4] Altura de las campanas.....	36
[Ec. 5] Diámetro del ducto	38
[Ec. 6] Pérdidas de carga en el sistema	39
[Ec. 7] Presión dinámica	40
[Ec. 8] Presión total.....	40
[Ec. 9] Pérdidas de carga en el ducto	45

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. PLANCHA ACERO GALVANIZADO	74
ANEXO 2. DUCTO FLEXIBLE	76
ANEXO 3. VENTILADOR	77
ANEXO 4. FILTRO CARBÓN ACTIVADO	78
ANEXO 5. CINTA ADHESIVA	80
ANEXO 6. SIKAFLEX	82
ANEXO 7. PLANOS	85

SIMBOLOGÍA

Q = caudal de fluido a ser extraído

V_a = velocidad de captación campana

A' = área de la campana

d = diámetro de la boca de las campanas

H = altura de la campana

D = diámetro del ducto

Q' = caudal de circulación de aire en el ducto

V_c = velocidad circulación de aire en el ducto

n = coeficiente de pérdida de carga por rozamiento

ΔP = pérdida de carga en el sistema

P_d = presión dinámica

P_e = presión estática

P_t = presión total

A = altura del codo

B = ancho del codo

R = radio de curvatura del codo

D = sección menor del ducto (aumento)

D' = sección mayor del ducto (aumento)

Q_a = caudal ramada auxiliar

Q_g = caudal ramada principal

n_a = coeficiente de pérdida de carga ramada principal

n_d = coeficiente de pérdida de carga ramada auxiliar

ΔP_D = pérdida de carga en ducto

ΔP = pérdida de carga en campanas, aumento, codos y unión

ΔP_F = pérdida de carga en el filtro

ΔP_{TOTAL} = pérdida de carga total en el sistema

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Acumulador de succión:** Recipiente presión en la línea de succión para separar el refrigerante líquido arrastrado en la succión el gas.
- **Aerosol:** Es una dispersión de partículas sólidas y/o líquidas en un gas, que tiene una velocidad de caída despreciable.
- **Aire acondicionado de confort:** Control simultáneo de todos o por lo menos los primeros tres de los siguientes factores, que afectan las condiciones físicas y químicas de la atmósfera dentro de una estructura para el confort humano; temperatura, humedad, movimiento, distribución, polvo, bacterias, colores, gases tóxicos o ionización, la mayoría de los cuales afectan en mayor o menor grado la salud o confort humano.
- **Aire ambiental:** Genéricamente hablando, el aire alrededor de un objeto. En un sistema de refrigeración doméstico o comercial en el que se cuenta con un condensador enfriado por aire, la temperatura del aire a la entrada del condensador.
- **Aire estándar:** Aire que pesa alrededor de 0.075 lb/ft³ el cual es aire muy cercanamente a 68°F de bulbo seco y 50% de humedad relativa a una presión barométrica de 29.92 pulgadas de mercurio de aproximadamente 70°F de aire seco a la misma presión.
- **Bruma:** Suspensión en la atmósfera de gotitas microscópicas de agua, por condensación de un gas.
- **Caída de presión** - Pérdida de presión desde un extremo a otro en una tubería de refrigeración, debido a la fricción, etc.
- **Cambio de aire:** Es la cantidad de aire que se escapa y que algunas veces es calculada considerando un cierto número de cambios de aire por hora para cada

cuarto, el número de cambios considerados depende del tipo, uso y ubicación del cuarto.

- **Cfm:** Generalmente el flujo del aire medido en pies cúbicos por minuto. (Sistema inglés).
- **Contaminación:** Es la alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio (contaminante), causando inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo.
- **Contaminantes:** Es toda sustancia, orgánica o inorgánica, natural o sintética, que durante su fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, pueda incorporarse al ambiente en forma de polvo, humo, gas o vapor, con efectos perjudiciales para la salud (irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos) de las personas que entran en contacto con ellos.
- **Cuarto de enfriamiento:** Cuarto donde se enfrían las canales de los animales después de ser preparados y antes de almacenarse en frío.
- **Deshidratación:** Eliminación de vapor de agua del aire por el uso de materiales absorbentes. Pérdida de líquidos.
- **Deshumidificación:** Condensación del vapor de agua del aire por enfriamiento abajo del punto de rocío, o remoción del vapor de agua del aire por métodos físicos o químicos.
- **Diferencial (de un control):** Es la diferencia entre arranque y paro de temperaturas y presiones.
- **Ducto:** Conducto o tubo usado para transportar aire u otro gas.

- **Enfriamiento:** Aplicación moderada de refrigeración tal como con la carne sin llegar a la congelación.
- **Enfriador de aire, circulación forzada:** Es un conjunto de elementos ensamblado desde fábrica por medio del cual el calor se transfiere del aire al refrigerante que se evapora.
- **Enfriamiento de confort:** Es la refrigeración para el confort opuesta a la refrigeración que se usa para el almacenamiento.
- **Gas:** Se aplica a toda sustancia que se encuentra en estado gaseoso en condiciones normales. La toxicidad de los gases es diferente en función de las características físico-químicas de cada uno. Ej.CO₂, CO, NO_x, SO_x, etc
- **Humo:** Suspensión de partículas sólidas procedentes de la condensación de vapores, de reacciones químicas o combustiones.
- **Humo metálico:** Partículas sólidas o líquidas generadas por volatilización de metales (Ej. Soldadura, oxicorte, plasma, etc.).
- **Infiltración:** Aire fluyendo al interior como sería a través de la pared, fuga, etc.
- **Presión de retorno:** Terminología indefinida para la presión de succión del vapor de refrigeración en un sistema.
- **Niebla:** Suspensión en el aire de pequeñas gotas de líquido que se generan por condensación de un gas, o desintegración de un líquido (atomización, ebullición, etc).
- **Polvo:** Pequeñas partículas sólidas que se depositan por su peso, pero que pueden mantenerse suspendidas en el aire durante un tiempo determinado.

- **Respiración:** Producción de CO₂ (bióxido de carbono) y calor por maduración de perecederos en almacenamiento.
- **Retorno de aire:** Aire que regresa de un espacio refrigerado o acondicionado.
- **Sistema inundado:** Sistema en el cual solamente parte del refrigerante que pasa sobre la superficie de transferencia de calor es evaporado, y la porción no evaporada es separada del vapor y recirculada. En sistemas comerciales, puede ser controlada por una válvula de flotador.
- **Unidad térmica británica (BTU):** Calor requerido para producir aumento en la temperatura de 1°F en 1 libra de agua. El significado de BTU es 1/180 de la energía requerida para calentar agua de 32°F a 212 °F.

RESUMEN

El presente proyecto desarrolla el diseño y construcción de un sistema de extracción de gases residuales de una mesa de corte por plasma para la empresa Proyectos Mecánicos Promec S.C.C., el mismo que permite la extracción de los gases residuales en el momento en que la mesa de corte se encuentra operando, mejorando así la calidad del aire en área de trabajo donde se encuentra la mesa de corte.

Para la extracción de los gases residuales se diseña y construye un sistema de extracción compuesto por dos campanas de captación ubicadas en el extremo izquierdo y derecho de la mesa, la aspiración de los gases residuales se da con la ayuda de un ventilador en cada campana, a la salida de cada ventilador se encuentra una caja de filtros, la cual es la encargada de limpiar los gases antes de ser expulsados al medio ambiente, para conectar las campanas a los ventiladores y estos a la caja de filtros, se utiliza ductos flexibles.

El sistema de extracción se encuentra suspendido en la viga transversal de la mesa de corte, permitiéndonos así cubrir el área de generación de los gases residuales en todas las direcciones en las que la mesa de corte opera, dirección transversal será fija mientras que en la dirección longitudinal se moverá conforme se mueva la viga transversal.

ABSTRACT

This project develops the design and construction of an extraction system waste gas from a plasma cutter machine to the Proyectos Mecánicos Promec S.C.C. company. It allows the removal of residual gases when the plasma cutter machine is operating, thus improving air quality in work area where the cutting table is.

For removal of waste gases is designed and built an extraction system consisting of two recruitment campaigns located at the left and right end of the table and the aspiration of waste gases is given with the help of a fan in every hood, the output of each fan is a box of filters, which is responsible for cleaning the gases before being expelled to the environment, to connect the bells to the fans and these filter box, flexible duct is used.

The extraction system is suspended on the cross beam of the cutting table, allowing us to cover the area of generation from waste gases in all directions in which the plasma cutter machine operates. Transverse direction is fixed while in the direction longitudinal moves as the crossbeam to move.

INTRODUCCIÓN

La empresa PROYECTOS MECÁNICOS S.C.C., se dedica principalmente a la construcción de tanques y estructuras metálicas en general, siendo necesario el uso de diferentes máquinas, herramientas y recurso humano; además es imprescindible el uso de una mesa de corte por plasma, proceso que genera contaminantes que deterioran la salud y afectan el correcto desenvolvimiento del operador de la máquina y consecuentemente el de sus compañeros de trabajo.

Uno de los procesos más usados en la industria aplicables a la chapa metálica, por su costo de operación, versatilidad y calidad es el corte por arco de plasma; utiliza un chorro de gas a alta temperatura y gran velocidad para fundir y eliminar el material; se emplea para cortar materiales difíciles de seccionar con otros métodos, como el acero inoxidable y las aleaciones de aluminio.

Un parámetro crítico del creciente uso que presenta éste proceso en la industria, es el efecto en la salud de los operadores de estos equipos, ya que se encuentran expuestos a largas jornadas de trabajo, a contaminantes como polvo metálico, humos, gases y vapores.

Si bien es cierto que la seguridad es importante, el cuidado del medio ambiente también lo es, muchas partículas nocivas disueltas en la atmósfera no pueden ser evacuadas al exterior porque pueden dañar el medio ambiente; es en estos casos donde surge la necesidad, de reciclar estas partículas para disminuir las emisiones nocivas al exterior, ello se consigue mediante un equipo adecuado de captación y filtración según las cantidades generadas.

Cada vez existe mayor conciencia sobre la importancia de contar con un método seguro de trabajo, que permita una extracción y filtrado eficiente de los humos que emanan los procesos de corte térmico y la eliminación de los contaminantes presentes en esta acción, cumpliendo con la Norma técnica para emisiones a la atmósfera de fuentes fijas de combustión de la ordenanza 213 donde indica como valor máximo 100 mg/Nm³ (miligramos por pie cubico de gas) y SART (Sistema de Auditoría de Riegos del Trabajo) .

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 Corte de metales

Separar la superficie metálica, el proceso de corte se puede realizar en frío (cizalla, sierra, punzón) o en caliente (plasma, láser).

1.1.1 Métodos de corte de metales

Todos los procesos de corte tienen ventajas y desventajas y se pueden agrupar en las siguientes categorías. (Ver tabla 1.1)

Tabla 1.1. Tabla comparativa de los métodos de corte

CATEGORÍA	HERRAMIENTAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Mecánicos	Sierra, punzón, chorro de agua	Excelente calidad y precisión	Lentos, alto costo
Químicos	Oxicorte	Baja inversión, amplio rango, calidad aceptable sobre 1/4	Alto costo, solo ferrosos, gran aporte de calor
Térmicos	Plasma sin oxidación. Láser sin oxidación	Excelente calidad en algunos materiales. Altas velocidades	Transformaciones metalúrgicas por cambios de temperatura Alta inversión.
Químico Térmicos	Plasma con oxígeno Láser con oxígeno	Excelente calidad en aceros finos. Altas velocidades	Transformaciones metalúrgicas por cambios de temperatura Alta inversión.

Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

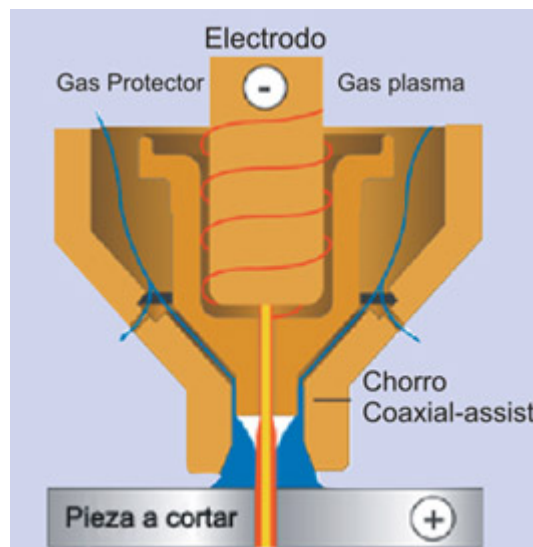
1.2 Proceso de corte por plasma

El corte plasma es un proceso que utiliza una tobera calibrada para la construcción de un gas ionizado que se encuentra a muy alta temperatura, a fin de controlarlo y usarlo para fundir y seccionar metales conductores.

La ionización de los gases genera electrones libres e iones positivos entre los átomos de gas. Cuando esto ocurre, el gas se vuelve eléctricamente conductor, con capacidad de transportar corriente. Entonces, éste se vuelve plasma, la forma de la materia más abundante en el universo. (Cabrera, s.f, p.7)

El chorro de plasma lanzado contra la pieza penetra la totalidad del espesor a cortar, fundiendo y expulsando el material. (Ver figura 1.1)

Figura 1.1. Corte por Plasma



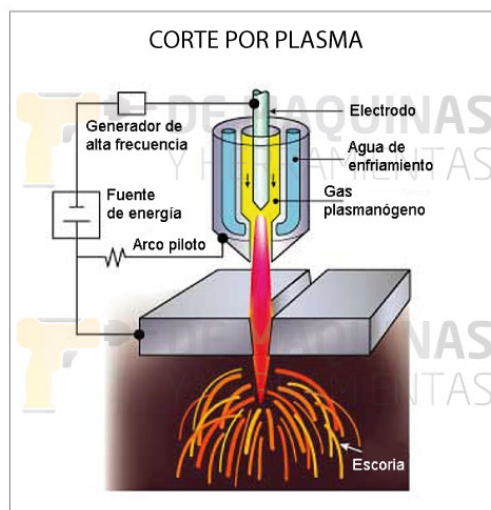
Fuente: Cabrera, sf, p.6

1.2.1 Características del proceso

- Se usa para el corte de cualquier material metálico conductor, y especialmente acero estructural, inoxidable y metales no ferrosos.
- Como proceso complementario en trabajos especiales: producción de series pequeñas, piezas con tolerancias muy ajustadas, piezas que requieren mejores acabados, baja afectación térmica del material (alta concentración energética).
- El comienzo del corte es prácticamente instantáneo y produce una deformación mínima de la pieza. (Ver figura 1.2)

- Permite cortar a altas velocidades y produce menos tiempos muertos, (no se necesita precalentamiento para la perforación).
- Permite espesores de corte de 0.5 a 160 milímetros, con unidades de plasma de hasta 1000 amperios.
- Una de las características más referida es que se consiguen cortes de alta calidad y muy buen acabado. (Cabrera, s.f, p.9)

Figura 1.2. Características del corte por plasma



Fuente: Alberdi, s.f

1.2.2 Variables del proceso

Las variables del proceso son:

- Gas empleado.
- Caudal y presión del gas.
- Distancia boquilla pieza.
- Velocidad del corte.
- Energía empleada o intensidad del arco.
- Caudal, presión, la distancia boquilla-pieza y la velocidad del corte se pueden ajustar en las máquinas según cada pieza a cortar.

1.2.2.1 Gas-plasma

Los principales gases que se utilizan (gases plasmágenos) son, argón, nitrógeno (calidad del corte y garantiza una durabilidad de la boquilla) y aire, o mezcla de estos gases. (Cabrera, s.f, p.13)

El chorro del gas-plasma se compone de dos zonas:

- Zona envolvente, que es una capa anular fría sin ionizar que envuelve la zona central (permite refrigerar la boquilla, aislarla eléctricamente y confinar el arco).
- Zona central, se compone por dos capas, una periférica constituida por un anillo de gas caliente no suficientemente conductor y la columna de plasma o el núcleo donde el gas-plasma presenta su más alta conductividad térmica, la mayor densidad de partículas ionizadas y las más altas temperaturas, entre 10.000 y 30.000 °C

1.2.2.2 Arco eléctrico

El arco generado en el proceso de corte por plasma se denomina arco transferido (se genera en una zona y es transferido a otra).

Por medio de un generador de alta frecuencia se consigue generar un arco entre el electrodo y la boquilla, este arco calienta el gas plasmágeno que hay en su alrededor y lo ioniza estableciendo un arco-plasma.

Gracias a la conductividad eléctrica es transferido hasta la zona de corte, mientras que el arco generado inicialmente, denominado arco piloto, se apaga automáticamente.

Una vez el arco-plasma está establecido, la pieza se carga positivamente mientras el electrodo se carga negativamente, lo que hace mantener el arco-plasma y cortar la pieza. (Cabrera, s.f, p.14)

1.2.3 Tipos de corte por plasma

1.2.3.1 Corte por plasma por aire

Introducido en 1963, el oxígeno del aire aumenta las velocidades de corte en un 25 % en relación con el corte tradicional por plasma seco. Provocando una superficie de corte muy oxidada y una rápida erosión del electrodo que está dentro de la boquilla de corte. (Cabrera, s.f, p.16)

1.2.3.2 Corte con inyección de agua

En 1968, Dick Couch, inventa el corte con inyección de agua, un proceso que implica inyectar radialmente agua en la boquilla. (Cabrera, s.f, p.17)

El resultado final es un mejor corte y más rápido, así como con menos escoria.

Este proceso también utiliza como gas nitrógeno pero como protector utiliza una capa de agua.

1.2.3.3 Corte con inyección de oxígeno

En 1983 se desarrolla una nueva técnica que implica la utilización de oxígeno como gas de corte y la introducción de agua por la punta de la boquilla. (Cabrera, s.f, p.18)

Este proceso denominado “corte por plasma con inyección de oxígeno” ayuda a solucionar los problemas del rápido deterioro de los electrodos y la oxidación del metal.

1.2.3.4 Corte con doble flujo

Este es el sistema convencional o estándar, de alta velocidad que utiliza como gas-plasma nitrógeno y como gas protector puede emplearse bióxido de carbono o bien oxígeno. (Cabrera, s.f, p.19)

1.2.3.5 Gases residuales del proceso de corte por plasma

El arco plasma es por si solo la fuente de calor que se usa para cortar metales. Según esto, aunque el arco de plasma no ha sido identificado como la fuente de humo tóxico, el material que se corta es fuente de humo o gases tóxicos que vacían el oxígeno.

El humo producido varía según el metal que está cortándose. Metales que pueden liberar humo tóxico incluyen, pero no están limitados a: acero inoxidable, acero al carbón, zinc (galvanizado), y cobre. (Ver figura 1.3)

En algunos casos, el metal puede estar recubierto con una sustancia que podría liberar humos tóxicos. Los recubrimientos tóxicos incluyen, pero no están limitados a: plomo (en algunas pinturas), cadmio (en algunas pinturas y rellenos), y berilio.

Los gases producidos mediante el corte por plasma varían basándose en el material a cortarse y el método de cortar, pero pueden incluir ozono, óxidos de nitrógeno, cromo hexavalente, hidrógeno, y otras sustancias, si están contenidas dentro o liberadas por el material que se corta.

Se debe tener cuidado de minimizar la exposición del humo producido por cualquier proceso industrial. Según la composición química y la concentración del humo (al igual que otros factores, tales como ventilación), puede haber el riesgo de enfermedad física, tal como defectos de natividad o cáncer. (Ferran, s.f)

Figura 1.3. Gases Residuales.



Fuente: Salk, s.f

CAPÍTULO II

2. ALTERNATIVAS DE DISEÑO

2.1 Ventilación industrial

La ventilación industrial es la combinación de tecnologías para la eliminación y neutralización de humo, polvo, gases, etc. Originados en el área de trabajo, muchos de estos pueden llegar a ser nocivos para la salud de los operadores. Muchas de estas partículas disueltas en la atmósfera no pueden ser evacuadas al exterior porque pueden dañar el medio ambiente por lo que se requiere de un tratamiento adecuado.

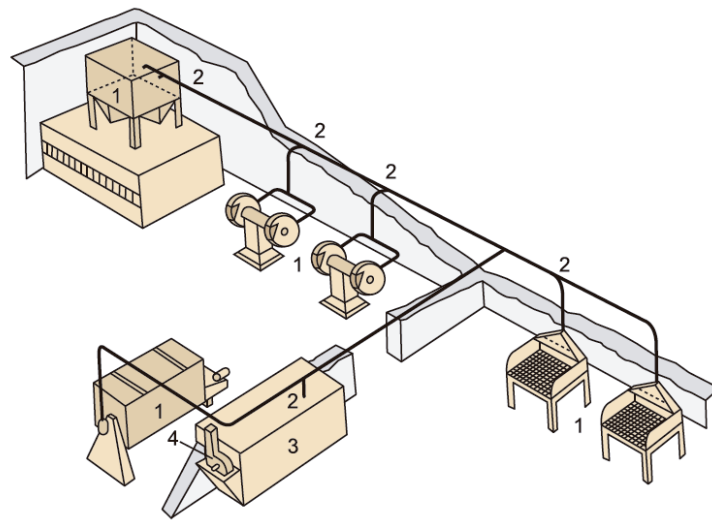
2.2 Sistema de extracción localizada

Los sistemas de extracción localizada (Ver figura 2.1) son una de las técnicas más comunes utilizadas en la industria. Se acoplan a sistemas o procesos ya existentes aunque su elección, diseño, utilización y mantenimiento son fundamentales para obtener la mayor eficiencia y rendimiento de los mismos. (Istas, s.f)

Un sistema de extracción localizada consiste principalmente de los siguientes componentes:

- Receptor o campana extractora
- Ductos
- Purificador de aire, filtro
- Un ventilador
- Un ducto de salida

Figura 2.1. Sistema de extracción localizada

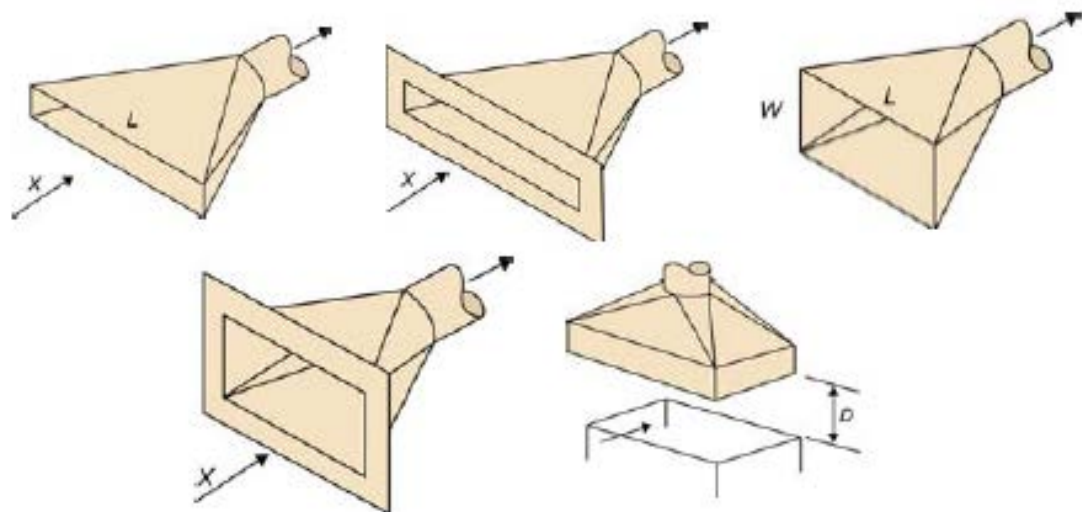


Fuente: Castejón, s.f, p.31

2.2.1 Receptor o campana extractora

Es la estructura diseñada para encerrar, total o parcialmente, una operación productora de contaminante y conducirlo a través de un flujo de aire hasta un lugar que no ocasione riesgos. (Ver figura 2.2) Es evidente la importancia capital que tienen el diseño y la localización de la campana.(Unipaz, 2010)

Figura 2.2. Campanas de captación



Fuente: Castejón, s.f, p.39

2.2.1.1 Clases de campanas

2.2.1.1.1 Campanas de encerramiento

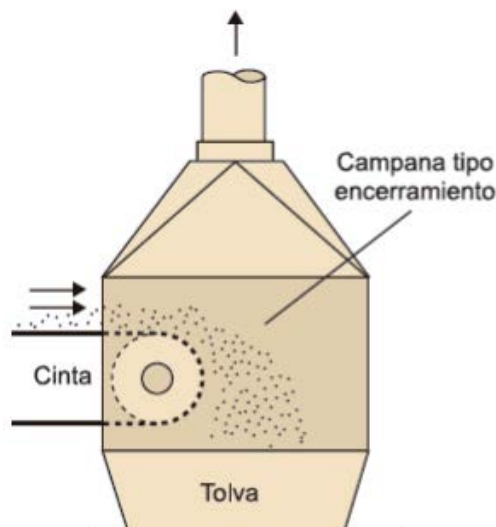
Normalmente rodean el punto de emisión del contaminante. Son eficientes y económicas. Serán usadas siempre que sea posible, especialmente cuando el contaminante es una sustancia peligrosa. (Ver figura 2.3)

Han de ser diseñadas cuidadosamente, de tal manera que no haya acumulación de los contaminantes.

Las aplicaciones más frecuentes son:

Elevadores de cangilones, cribas vibradoras, tolvas de almacenamiento, mezcladores, cintas transportadoras, cabinas de chorreo, etc.

Figura 2.3. Campana tipo encerramiento



Fuente: Castejón, s.f, p.38

Una variante de los encerramientos son las cabinas-campana, tipificadas por lo general para laboratorios o en operaciones de pintura con pistola, en las cuales una cara del encerramiento está abierta para facilitar el acceso.

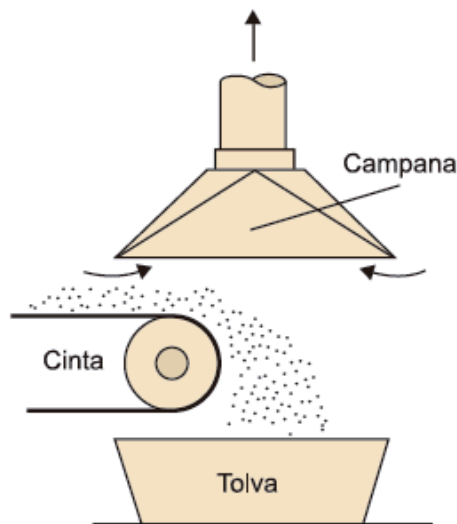
Las aplicaciones más comunes son: Laboratorios, pulverización de pintura y metales, soldadura de arco, máquinas ensacadoras, etc.

2.2.1.1.2 Campanas receptoras

Se refieren a aquéllas en las cuales una corriente de aire contaminado es extraída desde un proceso mediante una campana localizada. Los dos tipos más comunes son: campana de bóveda y campana de corriente lateral. (Ver figura 2.4)

La campana de bóveda es probablemente el tipo más antiguo conocido. Es una bóveda colocada por encima del lugar de trabajo, de forma que el contaminante es eliminado a través de la extracción.

Figura 2.4. Campana receptora

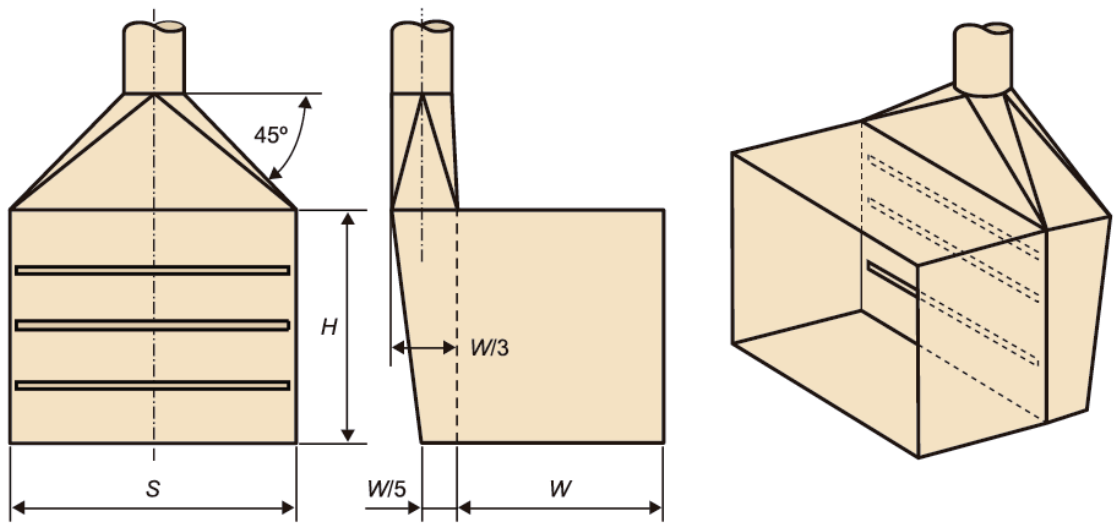


Fuente: Castejón, s.f, p.38

Este tipo de campanas no se utiliza cuando el material es tóxico o el operario debe inclinarse sobre el tanque, recurriéndose entonces a las de corriente lateral. (Ver figura 2.5)

Las campanas de corriente lateral son similares a las cabinas antes mencionadas. Se trabaja, por lo general, enfrente de la campana, de forma que el aire que penetra en la misma, circula por encima de donde se está trabajando.

Figura 2.5. Campana de corriente lateral



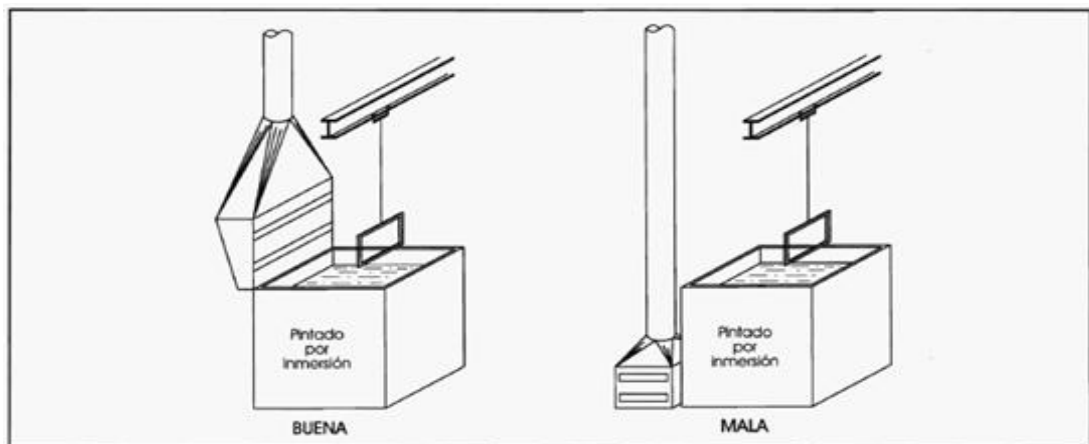
Fuente: Castejón, s.f, p.43

2.2.1.1.3 Campanas exteriores

Estas campanas captan los contaminantes que se generan en un punto exterior de ellas. Se diferencian de los encerramientos y de las campanas receptoras en que centran sus efectos más lejos que sus propias dimensiones para capturar los contaminantes.

Las campanas exteriores deben crear corrientes de aire direccionales hacia la apertura de succión para conseguir la acción extractora. (Ver figura 2.6)

Figura 2.6. Campana exterior

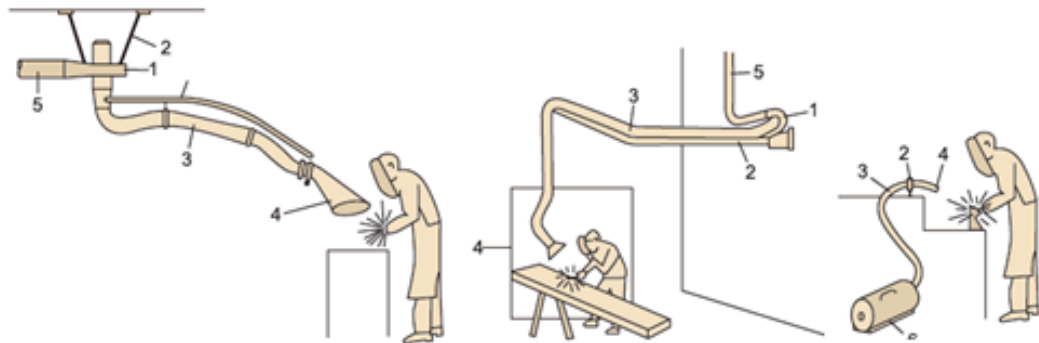


Fuente: Unipaz, 2010

2.2.1.1.4 Campanas móviles

Cuando es preciso desplazarse durante el trabajo, (Ver figura 2.7) por ejemplo al soldar piezas de gran tamaño, no es posible el empleo de campana receptora, por lo que hay que recurrir al uso de pequeñas bocas de aspiración desplazables. (Castejón, 1982, p.2)

Figura 2.7. Campanas móviles



Fuente: Castejón, s.f, p.45

2.2.2 Ductos

Los ductos de aire son los elementos de una instalación a través de los cuales se distribuye el aire por todo el sistema; aspiración, unidades de tratamiento de aire, locales de uso, retorno, extracción de aire, etc. Sus propiedades determinan en gran parte la calidad de la instalación, al jugar un papel fundamental en determinados factores, como por ejemplo, el aprovechamiento energético o el comportamiento acústico de la misma. (Ver figura 2.8)

También se mencionan las conexiones flexibles (ductos flexibles) entre las redes de ductos de aire y las unidades terminales, indicando que la longitud máxima de dichas conexiones debe ser de 1,2 m debido a su elevada pérdida de presión.

Figura 2.8. Ductos (Conductos)



Fuente: Inco, s.f

2.2.2.1 Clasificación de ductos

2.2.2.1.1 Ductos de chapa metálica

Se trata de ductos realizados a partir de planchas de chapa metálica (acero galvanizado o inoxidable, cobre, aluminio, etc.), las cuales se cortan y se conforman de acuerdo a la geometría necesaria para la distribución de aire. (Ver figura 2.9)

Puesto que el metal es un conductor térmico, los ductos de chapa metálica deben aislarse térmicamente. Habitualmente, el material empleado consiste en mantas de lana de vidrio para colocar en el lado exterior del ducto. Estas mantas incorporan un revestimiento de aluminio que actúa como barrera de vapor. También pueden colocarse, en el interior del ducto, mantas de lana de vidrio con un tejido de vidrio que permite la absorción acústica por parte de la lana y refuerza el interior del ducto.

Figura 2.9. Ductos de chapa metálica



Fuente: González, s.f

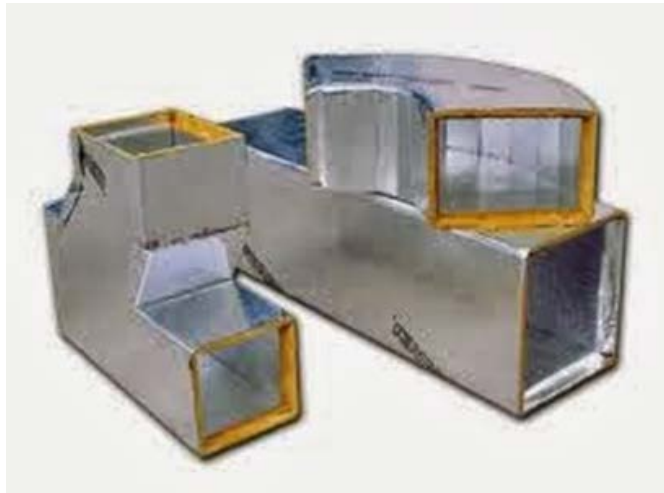
2.2.2.1.2 Ductos de lana de vidrio

Realizados a partir de paneles de lana de vidrio de alta densidad, aglomerada con resinas termoendurecibles. El ducto se conforma a partir de planchas, cortándolas y doblándolas para obtener la sección deseada. (Ver figura 2.10)

Las planchas a partir de las cuales se fabrican los ductos se suministran con un doble revestimiento:

- La cara que constituirá la superficie externa del ducto está recubierta por un complejo de aluminio reforzado, que actúa como barrera de vapor y proporciona estanqueidad al ducto.
- La cara interior del ducto, dispondrá de un revestimiento de aluminio, un velo de vidrio, o bien un tejido de vidrio, según las características que se deseen exigir al ducto.

Figura 2.10. Ductos de lana de vidrio



Fuente: Isover, s.f

2.2.2.1.3 Ductos flexibles

Se trata de ductos flexibles con forma de fuelle, constituido generalmente por dos tubos de aluminio y poliéster entre los cuales se dispone un fieltro de lana de vidrio que actúa como aislamiento térmico. Se limita su uso a longitudes de 1,2 m debido a su elevada pérdida de carga y a los problemas acústicos que pueden originar; por lo que se utilizan principalmente para la conexión entre el ducto principal de aire y las unidades terminales (difusores, rejillas). (Ver figura 2.11)

Figura 2.11. Ductos flexibles



Fuente: Nederman, s.f, p.1

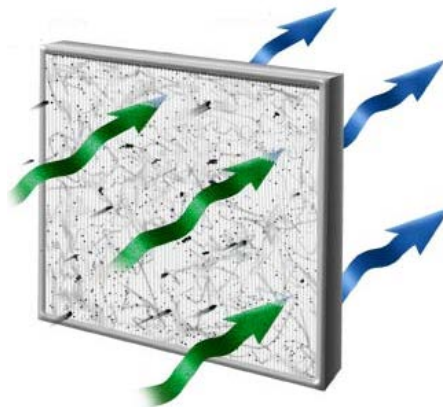
2.2.3 Purificador de aire

Un purificador de aire es un dispositivo que elimina los elementos contaminantes, tóxicos, humos, partículas, presentes en el aire. Los purificadores de aire de calidad comercial se fabrican como una pequeña unidad autónoma, por lo tanto unidades más grandes se pueden colocar en una unidad controladora de aire o a una unidad de aire acondicionado que se encuentra en las industrias médicas, comerciales e industriales. (EPA, 2009, p.13)

2.2.3.1 Filtros

El filtro atrapa partículas aerotransportadas por la exclusión de su tamaño. (Ver figura 2.12) El aire es forzado a través de un filtro y partículas son físicamente capturadas por el filtro. Los filtros quitan al menos un 99.97 % de partículas de 0,3- μ m y son generalmente más eficaces para partículas que son más grandes o ligeramente más pequeñas. En ambientes polvorientos, un filtro puede ir detrás de un filtro convencional de fácil limpieza (pre filtro) que quita las impurezas mayores así que el filtro necesita limpieza o sustitución con menos frecuencia. (Moyven, 2007)

Figura 2.12. Filtro



Fuente: DAM, s.f

2.2.4 Ventilador industrial

Máquina rotativa que transmite energía al fluido que circula por ella, bajo la forma de aumento de presión.

El modelo más común actualmente es eléctrico y consiste en un rodete con aspas que giran produciendo una diferencia de presiones. Entre sus aplicaciones, destacan las de hacer circular y renovar el aire en un lugar cerrado para proporcionar oxígeno suficiente a los ocupantes y eliminar olores, principalmente en lugares cerrados; así como la de disminuir la resistencia de transmisión de calor por convección. (Escoba, 2012, p.39)

2.2.4.1 Tipos de ventiladores:

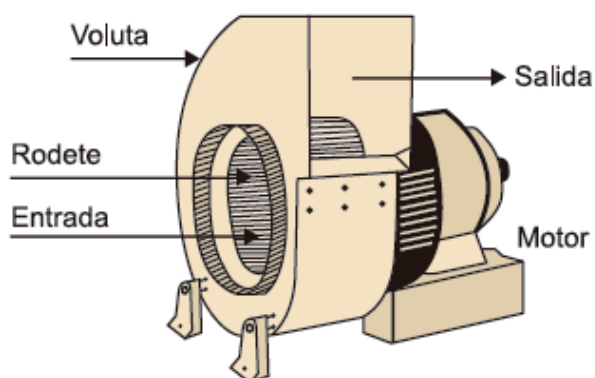
Los ventiladores se clasifican en dos grupos. (Castejón, s.f, p.22)

2.2.4.1.1 Centrífugos

En que la corriente de aire se establece radialmente a través del rodete. A su vez éstos ventiladores se clasifican por la forma de sus álabes o aletas, pudiendo ser estas curvadas hacia adelante, hacia atrás o radiales (rectas). (Ver figura 2.13)

El ventilador centrífugo se utiliza en la mayoría de las aplicaciones de confort en virtud de su alto margen de funcionamiento, alto rendimiento y presiones relativamente elevadas.

Figura 2.13. Ventilador centrífugo



Fuente: Castejón, s.f, p.23

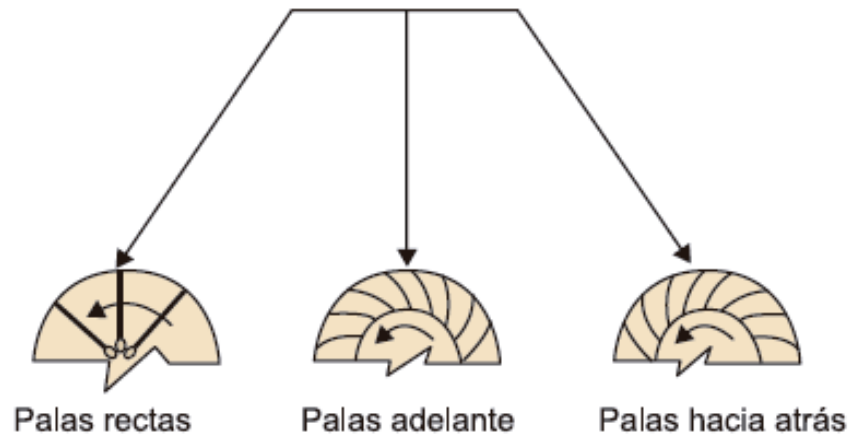
Además, la boca de entrada de un ventilador centrífugo se puede conectar con facilidad a un aparato de gran succión transversal mientras la boca de descarga se conecta fácilmente a ductos relativamente pequeños. El flujo de aire puede variarse

de manera que se adapte a los requisitos del sistema de distribución de aire mediante simples ajustes de dispositivos de transmisión del ventilador o del control.

Los ventiladores centrífugos de aletas curvadas hacia adelante alcanzan sus máximos rendimientos con bajas velocidades, pequeños caudales y altas presiones estáticas.

(Ver figura 2.14)

Figura 2.14. Tipos de rodete ventilador centrífugo



Fuente: Castejón, s.f, p.23

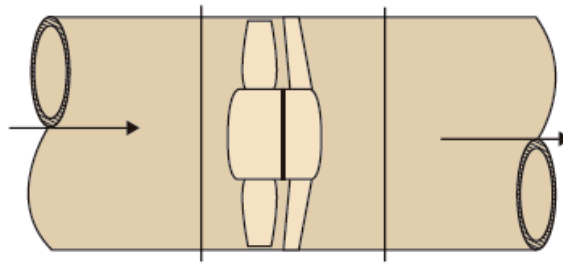
2.2.4.1.2 Axiales

En los que la corriente de aire se establece axialmente a través del rodete. Estos se clasifican en ventiladores de hélice axial y con aletas directrices.

Los ventiladores axiales son excelentes para aplicaciones de gran volumen de aire, en que los niveles de ruidos son de importancia secundaria, por lo que se suele utilizar en aplicaciones industriales.

En cambio los axiales alcanzan un mayor rendimiento con altas velocidades, grandes caudales y bajas presiones estáticas. (Ver figura 2.15)

Figura 2.15. Ventilador axial

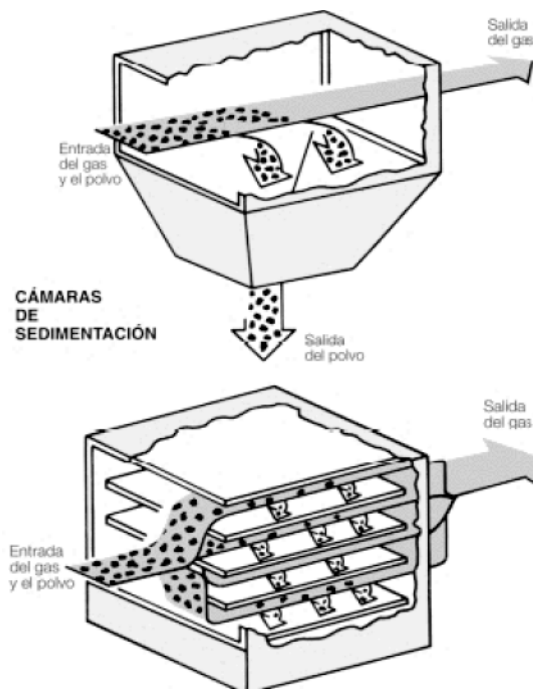


Fuente: Castejón, s.f, p.22

2.3 Sistema de extracción por cámaras de sedimentación

Consiste en introducir el aire contaminado a una cámara de dimensiones considerables, especialmente diseñada, en la cual, la velocidad de desplazamiento de las partículas que se movilizan con el aire, por acción de la gravedad, se depositan en la parte inferior de dicha cámara. (Ver figura 2.16)

Figura 2.16. Proceso de sedimentación



Fuente: SOLER & PALAU, s.f

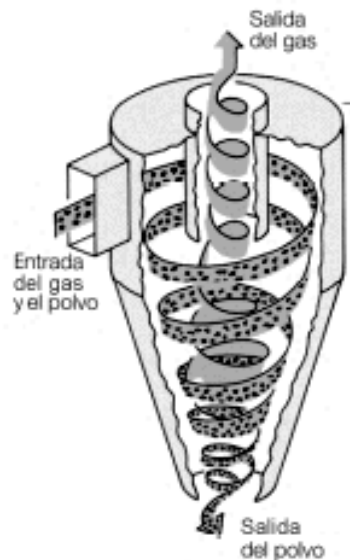
Estas cámaras son eficientes, cuando se manejan partículas en suspensión cuyo diámetro sea superior o igual a las 1000 micras, y cuya densidad sea relativamente alta.

2.4 Sistema de extracción por separadores centrífugos.

Consiste en introducir el aire contaminado a un equipo o cámara, el cual utilizan la fuerza centrífuga para hacer que las partículas se adhieran a una de sus paredes, en donde éstas caen a una tolva receptora.

Pueden captar con 95 % de eficiencia partículas de 50 micras, cuando su diámetro es pequeño, porque la fuerza centrífuga es mayor que con diámetros grandes. A estos equipos se les puede inyectar agua y volverlos húmedos con lo que su eficiencia aumenta notablemente, pues llegan a captar polvo de 5 micras con 95 % de eficiencia. (Ver figura 2.17)

Figura 2.17. Principio de centrifugación

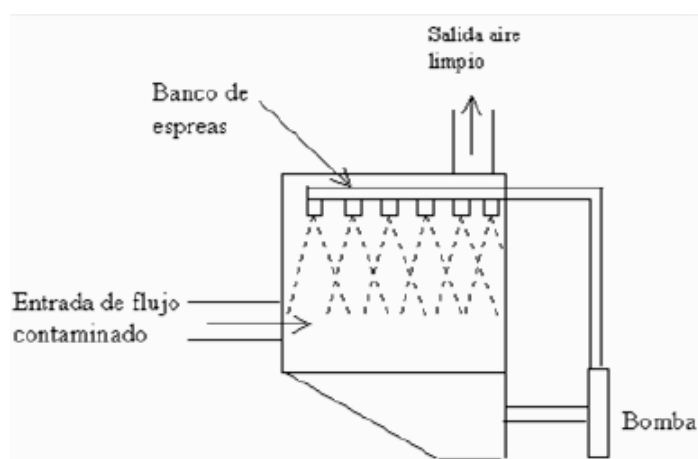


Fuente: SOLER & PALAU, s.f

2.5 Sistema de extracción por colectores húmedos.

El proceso consiste en introducir aire contaminado con partículas a cámaras llamadas colectores húmedos, de manera que las partículas contaminantes sean atrapadas en gotas de agua, las cuales circulan por el colector y luego se procede a eliminar del agua los contaminantes atrapados. (Ver figura 2.18)

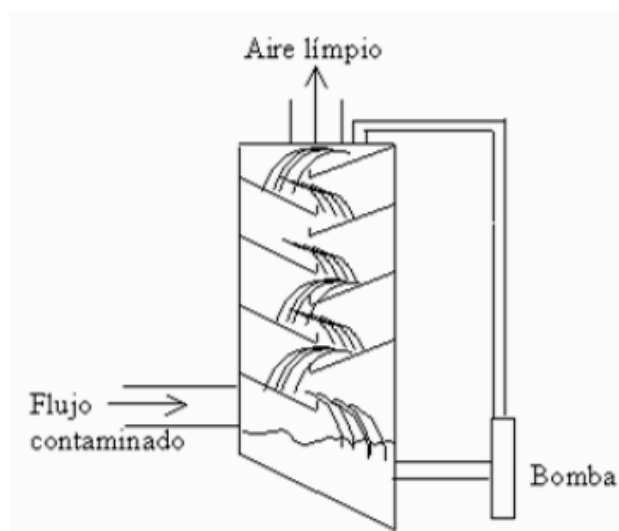
Figura 2.18. Caja de aspersión



Fuente: Plusformación, s.f

En los colectores húmedos, también puede haber algunas reacciones químicas o térmicas que pueden ayudar al control de emisiones de gases, por ejemplo si se tienen una emisión de óxido de azufre (SO_x) u óxidos de nitrógeno (NO_x) al mezclarse con el agua se podrá tener ácido sulfúrico o nítrico, los que se pueden controlar en el equipo. (Ver figura 2.19)

Figura 2.19. Principio lavado de gases



Fuente: SOLER & PALAU, s.f

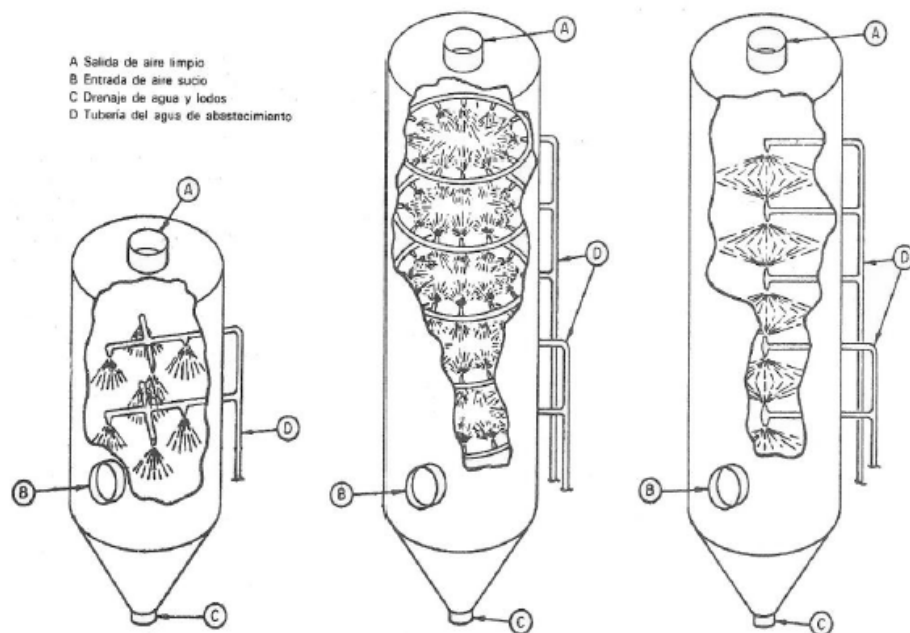
2.5.1 Lavadores de energía media o scrubbers

En ellos, el flujo de contaminantes pasa por una serie de mamparas con cortinas de agua o junto a las paredes húmedas de los lavadores, las partículas del contaminante se unen al agua y luego ésta es tratada para separarla de los contaminantes.

El tipo más simple de lavador es una torre de rociado (Ver figura 2.20). En este caso, se producen gotas líquidas por medio de boquillas de rocío que interceptan el material particulado de la corriente de gas en ascenso.

El mecanismo de separación es el de impacto en el que la partícula de ceniza choca contra la obstrucción y es arrastrada por la corriente laminar de agua. Requiere un tamaño mínimo de la partícula de ceniza de carbón de 10 micras.

Figura 2.20. Torres rociadoras



Fuente: SOLER & PALAU, s.f

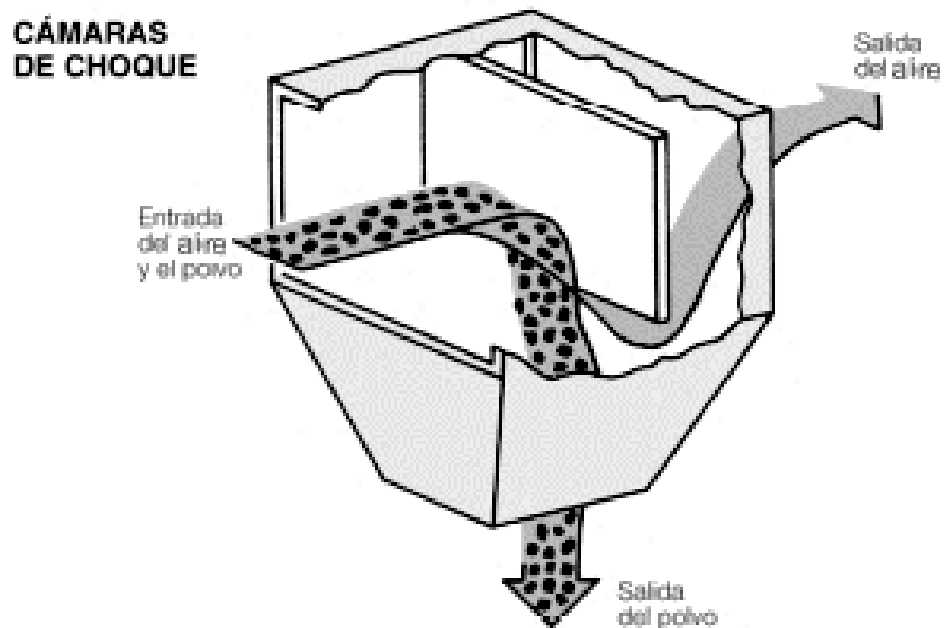
2.6 Sistema de extracción por fuerzas de inercia

2.6.1 Cámaras de choque

El separador por inercia más sencillo es la cámara de choque, sensiblemente igual a una cámara de sedimentación en la que se han intercalado unas pantallas contra las que choca el aire cargado de partículas.

El tamaño de las partículas que es capaz de separar este tipo de separador se encuentran comprendidas entre 50 y 150 micras. (Ver figura 2.21)

Figura 2.21. Cámaras de choque



Fuente: SOLER & PALAU, s.f

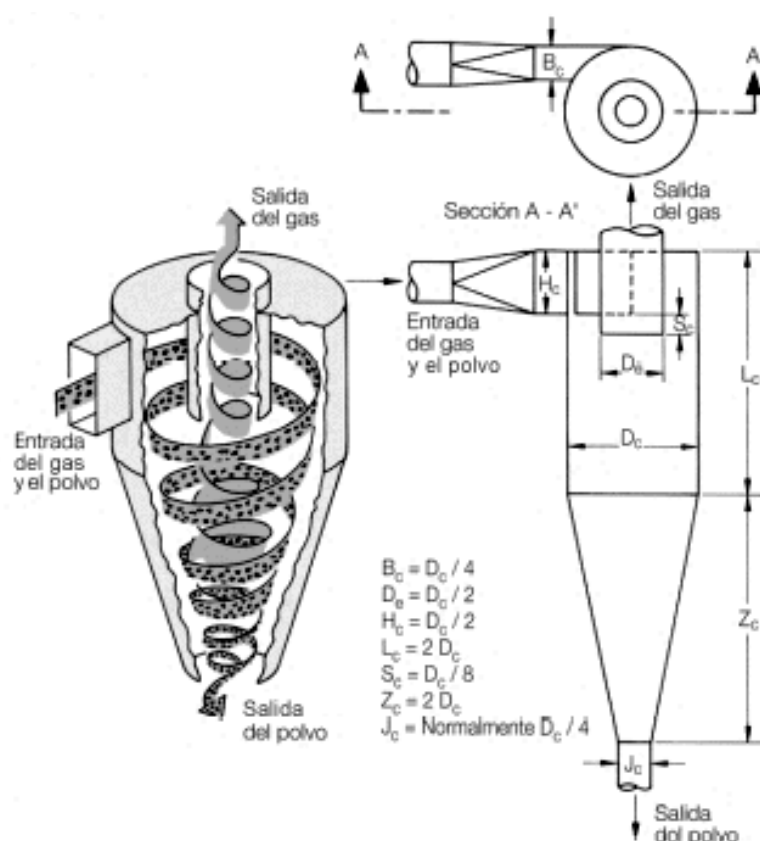
2.6.2 Ciclones

Cuando es necesario separar partículas de diámetro superior a 5 micras suele emplearse el dispositivo denominado ciclón. Es de gran sencillez, compacidad, fácil mantenimiento y elevada eficacia. (Ver figura 2.22)

El aire cargado de polvo entra tangencialmente por la parte superior cilíndrica. La corriente de aire sigue una trayectoria en espiral que primero se dirige hacia el fondo del tronco de cono, ascendiendo después por el centro del mismo. El aire, una vez depurado, abandona el ciclón por la parte superior. Las partículas separadas se descargan por el fondo del ciclón.

(Bahamondes, 2008, p.24)

Figura 2.22. Ciclón



Fuente: SOLER & PALAU, s.f

El rendimiento de un ciclón depende del diámetro del mismo y del tamaño de las partículas a separar. (Ver tabla 2.1)

Tabla 2.1. Rendimiento de un ciclón

Diámetro del ciclón	Rendimiento total %	Rendimiento % según tamaño partículas			
		Tamaño partículas μm	Rendimiento %	Tamaño partículas μm	Rendimiento %
150	90	<5	66	<5	98
230	83	<10	60	<10	99
610	70	<20	47	<20	98

Fuente: SOLER & PALAU, s.f

2.6.3 Multiciclones

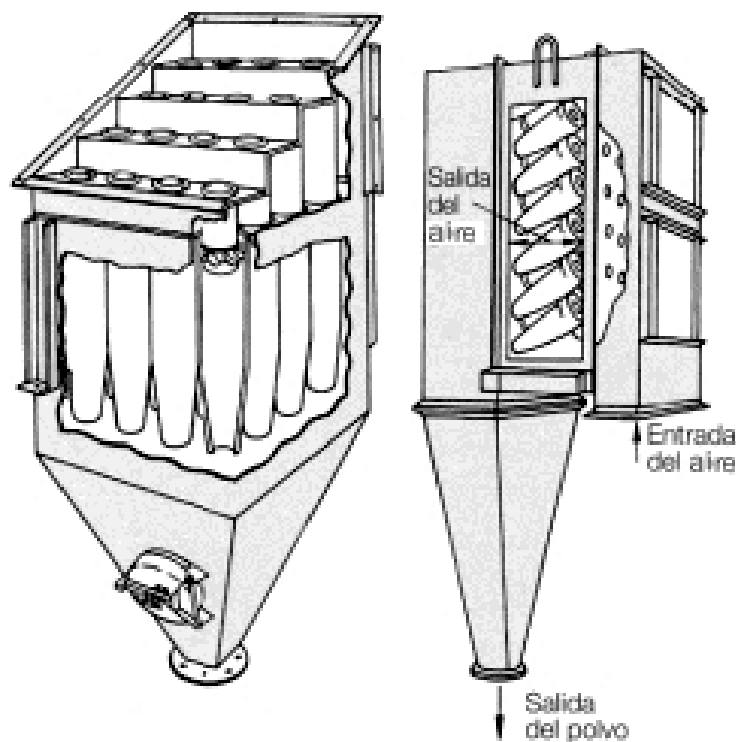
La velocidad tangencial en la espiral principal puede ser varias veces la del flujo del aire. Hay un gradiente de velocidad desde la tangencial hasta la velocidad casi cero en el fondo del ciclón. Los ciclones de pequeño diámetro tienen

pequeños radios de curvatura por lo que producen mayores aceleraciones radiales para una misma velocidad tangencial.

Esto unido a la menor distancia radial que el polvo debe recorrer hasta alcanzar la pared del ciclón hace que los pequeños ciclones sean mucho más eficientes para coleccionar pequeñas partículas que los ciclones mayores.

Por el contrario, ciclones de pequeño tamaño sólo son aptos para el tratamiento de pequeñas cantidades de aire. Una solución al anterior dilema se ha conseguido instalando un conjunto de pequeños ciclones en paralelo con lo que, sin disminuir el rendimiento y el poder separador, se pueden tratar caudales de aire de cualquier orden. (Ver figura 2.23)

Figura 2.23. Multiciclón



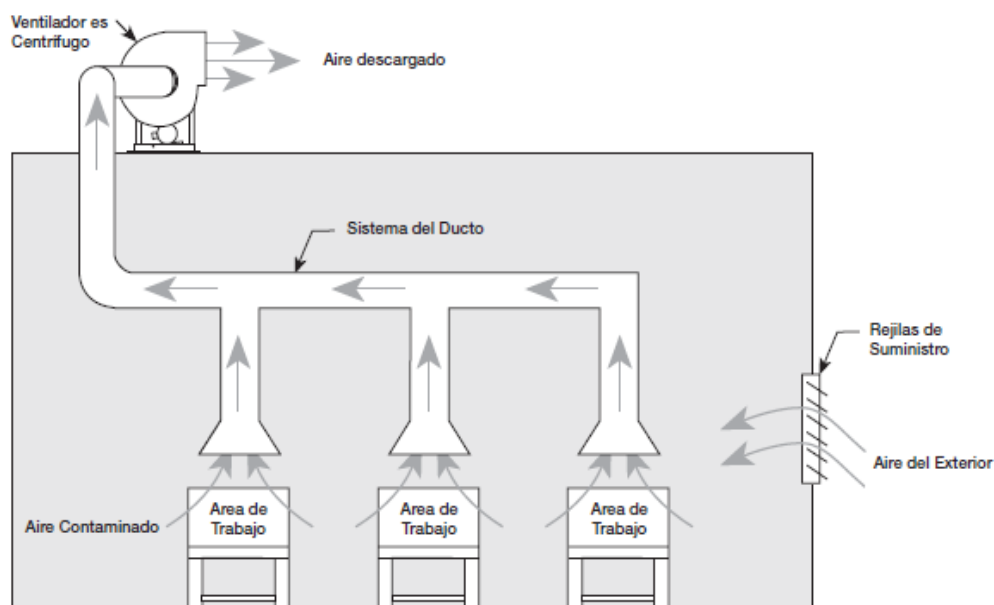
Fuente: SOLER & PALAU, s.f

2.7 Sistemas de extracción de polvo gases y humos utilizados en la industria

Dentro de los sistemas de extracción de polvo empleados en la industria; el tipo de equipo a utilizar para controlar un contaminante del tipo partícula, no sólo depende del tamaño de las mismas, también son muy importantes sus características físicas y

químicas. De nada servirá un filtro de tela con material húmedo o con alta temperatura, tampoco funcionará un precipitador electrostático si el material a capturar no se puede ionizar. Por ello se deberán conocer las características físicas, químicas y limitaciones operativas de los equipos de control. (Ver figura 2.24)

Figura 2.24. Extracción industrial.



Fuente: SOLER & PALAU, s.f

A continuación se hace una breve descripción de los equipos de control de polvos y gases de manera que se establecen sus características de operación. (Ver tabla 2.2)

Tabla 2.2. Rango de partículas que atrapa

EQUIPO	RANGO DE PARTÍCULAS QUE ATRAPA (µm)
Precipitadores electrostáticos	0.01 a 90
Torres empacadas	0.01 a 100
Filtros de papel	0.005 a 8
Filtros de tela	0.05 a 90
Lavadores de gases	0.05 a 100
Separadores centrífugos	5 a 1000
Cámaras de sedimentación	10 a 10000

Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

2.8 Análisis de alternativas

2.8.1 Alternativa 1 – Extracción localizada

2.8.1.1 Ventajas

- Absorbe el contaminante antes de que este afecte el ambiente de trabajo.
- Trabaja con caudales pequeños.
- Altera en menor medida las condiciones termohigrométricas (Condiciones físicas ambientales de temperatura, humedad y ventilación, en las que desarrollamos nuestro trabajo) ambientales.
- Facilita mejor la purificación.
- Evita el posible deterioro de equipos por contaminantes corrosivos.

2.8.1.2 Desventajas

- Debido a que se trata de un sistema localizado, no se le puede utilizar en varias fuentes de contaminación a la vez.
- Baja eficiencia en contaminantes acompañados con partículas sólidas de gran tamaño.

2.8.2 Alternativa 2 – Cámaras de sedimentación

2.8.2.1 Ventajas

- Alto nivel de eficiencia con partículas de diámetro superior o igual a 1000 micras.
- Empleo de baja cantidad de energía.

2.8.2.2 Desventajas

- Alto costo de capital y operacional.
- Alta necesidad de mantenimiento.

2.8.3 Alternativa 3 – Separadores centrífugos

2.8.3.1 Ventajas

- Alto nivel de eficiencia con partículas de diámetros pequeños.
- No existen limitaciones en flujos húmedos.
- Bajo costo de construcción.
- Pocos problemas de mantenimiento debido a su sencilla estructura.

2.8.3.2 Desventajas

- Eficiencia de recolección baja, para partículas grandes.
- Incapacidad para manejar materiales pegajosos.

2.8.4 Alternativa 4 - Colectores húmedos

2.8.4.1 Ventajas

- Poca necesidad de mantenimiento.
- No son fuentes secundarias de polvo
- Requerimientos de espacio relativamente pequeños
- Capacidad para lograr alta eficiencia de recolección de partículas.

2.8.4.2 Desventajas

- Costos de inversión elevados.
- Probable generación de problemas de tratamiento de agua.
- Problemas de corrosión más graves que los sistemas en seco.

2.8.5 Alternativa 5 – Por fuerza de inercia

2.8.5.1 Ventajas

- Alto nivel de eficiencia con partículas de entre 5 a 150 micras.
- No existen limitaciones con flujos húmedos.
- Bajo costo de construcción.
- Recolección y colocación final en seco.
- Requerimiento de espacio pequeño.

2.8.5.2 Desventajas

- Eficiencia de recolección baja, para partículas grandes.
- Incapacidad para manejar materiales pegajosos.

En la tabla 2.3 se cuantifica las ventajas y desventajas que muestra cada alternativa propuesta, es un resumen que facilitará la decisión final basándose en la aplicación, las características de los equipos y costos.

Tabla 2.3. Cuantificación de alternativas

CUADRO COMPARATIVO					
CARACTERÍSTICAS	EXTRACCIÓN LOCALIZADA	CÁMARAS DE SEDIMENTACIÓN	SEPARADORES CENTRÍFUGOS	COLECTOR HÚMEDO	POR FUERZA DE INERCIA
EFICIENCIA <i>% aceptación: 20</i>	Alta para contaminantes en estado gaseosos. <i>% aceptación: 20</i>	Alta con partículas superior o igual 1000 micras <i>% aceptación: 15</i>	Alto nivel de eficiencia con partículas pequeñas <i>% aceptación: 15</i>	Alta para partículas finas <i>% aceptación: 18</i>	Alta con partículas de entre 5 a 150 micras <i>% aceptación: 15</i>
CAÍDA DE PRESIÓN <i>% aceptación: 15</i>	Baja <i>% aceptación: 15</i>	Considerable <i>% aceptación: 10</i>	Caídas de presión relativamente bajas <i>% aceptación: 12</i>	Pueden ser elevados <i>% aceptación: 5</i>	Relativamente bajas <i>% aceptación: 12</i>
COSTO <i>% aceptación: 15</i>	Bajo costo de construcción <i>% aceptación: 15</i>	Alto costo de construcción y operacional <i>% aceptación: 5</i>	Bajo costo de construcción <i>% aceptación: 15</i>	Bajo costo de construcción <i>% aceptación: 15</i>	Bajo costo de construcción <i>% aceptación: 15</i>
MATERIAL DE USO <i>% aceptación: 15</i>	Genera residuos gaseosos. <i>% aceptación: 15</i>	Genera residuos sólidos <i>% aceptación: 0</i>	Genera residuos sólidos <i>% aceptación: 0</i>	Genera residuos líquidos y lodos <i>% aceptación: 5</i>	Genera residuos sólidos <i>% aceptación: 0</i>
MANTENIMIENTO <i>% aceptación: 15</i>	Bajo costo de mantenimiento <i>% aceptación: 15</i>	Alto costo de mantenimiento <i>% aceptación: 5</i>	Bajo costo de mantenimiento <i>% aceptación: 15</i>	Bajo costo de mantenimiento <i>% aceptación: 15</i>	Bajo costo de mantenimiento <i>% aceptación: 15</i>
USO EN HUMOS <i>% aceptación: 20</i>	A menudo <i>% aceptación: 20</i>	Rara vez <i>% aceptación: 10</i>	Rara vez <i>% aceptación: 10</i>	Con frecuencia <i>% aceptación: 15</i>	Rara vez <i>% aceptación: 10</i>
TOTAL % ACEPTACIÓN	100 %	45 %	67 %	73%	67 %

Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

2.9 Selección de la mejor alternativa

Para la selección de la mejor alternativa aplicable a este proyecto se toma en cuenta el total del porcentaje de aceptación acorde al estudio del proyecto, también se considera la ubicación del sistema de extracción, el espacio físico donde se encuentra la mesa de corte, el área de trabajo.

Es muy importante recordar las características que pueden presentar los gases residuales generados durante el proceso de corte.

Basándose en el estudio y el cuadro comparativo de las alternativas, se conviene que la mejor alternativa es un sistema de extracción localizada compuesta por 2 campanas de captación colocadas a los extremos del carro de la mesa de corte, que serán las encargadas de recoger la mayor cantidad de gases residuales, serán conducidos a través de ductos flexibles con ayuda de 1 ventilador axial por cada campana.

Se colocará una caja de filtros la cual estará conectada a la salida de los ventiladores a través de ductos flexibles, para asegurar que los gases sean expulsados al ambiente libres de material particulado, de esta manera se cumple con el objetivo de este proyecto.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEL EQUIPO DE EXTRACCIÓN

3.1 Diseño de las campanas de extracción

La campana de extracción es el elemento esencial de un sistema racional y económico para controlar emanaciones tóxicas o polvorrientas o de humo, consiste en capturar la contaminación a medida que se produce y en el mismo lugar de origen, para impedir su difusión por todo el ambiente.

3.1.1 Caudal

El caudal de aspiración necesario en este caso depende en gran medida de la distancia entre la boca de aspiración y la fuente donde se genera los gases residuales. Los valores normalmente empleados se reflejan en la tabla 3.1. (Ver figura 3.1)

Tabla 3.1. Parámetros de dimensionamiento

Caudal m ³ /h	Distancia en m
200	0,10
750	0,20
1.650	0,30
3.000	0,40
3.750	0,45
4.500	0,50

Fuente: Castejón, 1982, p.2

La boca de la campana se encuentra a 450 mm (0.45 m) de distancia con referencia a la fuente de humo, por lo tanto, se considera un caudal de 3.750 m³/h

3.1.2 Velocidad de captación

Es la velocidad del aire en la boca de una campana necesaria para vencer las corrientes contrarias y recoger (arrastrar), aire, gases, polvo o humo, obligándoles a ingresar en las mismas.(Escoba, 2012, p.25)

Debido a que la mesa de corte se encuentra expuesta en un área abierta donde existen corrientes de aire, se toma el valor de velocidad de captación de la campana dado por “Desprendimiento a alta velocidad en zonas de muy rápido movimiento de aire”. (Ver tabla 3.2)

Tabla 3.2. Velocidad de captación por campana

VELOCIDAD DE CAPTACIÓN POR CAMPANA			
Características de la fuente de contaminación		Ejemplos	Velocidad de captación m/s
Únicamente gases y vapores	Desprendimiento con velocidades casi nulas y aire quieto.	Cocinas. Evaporación en tanques. Desengrasado.	0.25-0.5
	Desprendimientos a baja velocidad en aire tranquilo.	Soldadura. Decapado. Talleres galvanotecnia.	0.5-1
	Generación activa en zonas de movimiento rápido del aire.	Cabinas de pintura.	1-2.5
Con partículas sólidas en suspensión	Generación activa en zonas de movimiento rápido del aire.	Trituradoras.	1-2.6
	Desprendimiento a alta velocidad en zonas de muy rápido movimiento del aire.	Pulido, operaciones de abrasión en general, esmerilado, rectificado, desmolde en fundiciones.	2.5-10
Se adoptarán valores en la zona inferior o superior de cada intervalo según los siguientes criterios:			
Inferior 1. Pocas corrientes de aire en el local. 2. Contaminantes de baja toxicidad. 3. Intermitencia de las operaciones. 4. Campanas grandes y caudales elevados.		Superior 1. Corrientes turbulentas en el local. 2. Contaminantes de alta toxicidad. 3. Operaciones continuas. 4. Campanas de pequeño tamaño.	

Fuente: Escoba, 2012, p.25

3.1.3 Dimensiones de las campanas de extracción

Debe tenerse en cuenta que la velocidad de la corriente de aire creada por una campana de aspiración en el punto de extracción, disminuye rápidamente al aumentar la distancia entre la boca de aspiración y el punto de extracción; por lo tanto, es importante que esta distancia no sea superior a la prevista en el cálculo del caudal, a fin de mantener la eficacia del sistema. (Escoba, 2012, p.26)

$$Q = V_a \times A' \quad [\text{Ec. 1}]$$

Donde:

$Q \rightarrow$ caudal de fluido a ser extraído (m^3/h)

$V_a \rightarrow$ velocidad de captación campana (m/s)

$A' \rightarrow$ área de la campana (m^2)

De la Ec.1 la incógnita es el área de la campana, que para este caso particular.

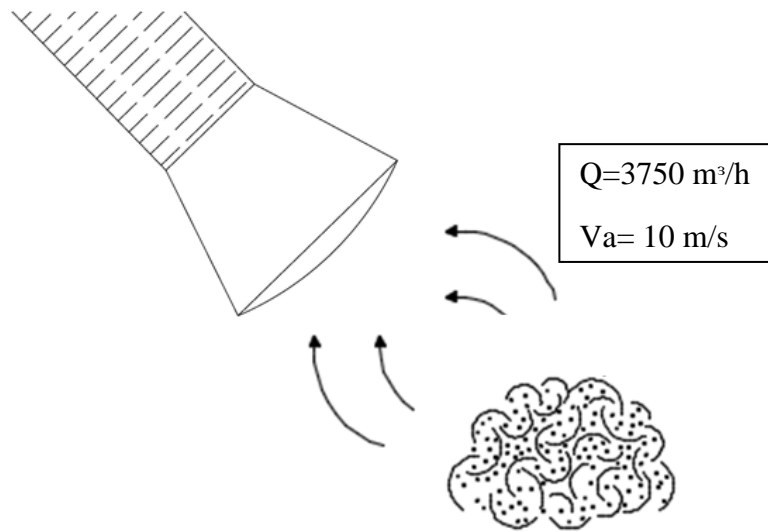
$$A' = \frac{Q}{V_a} \quad [\text{Ec. 2}]$$

Al reemplazar valores en la Ec.2 se obtiene:

$$A' = \frac{3750 \text{ m}^3/\text{h}}{10 \text{ m}/\text{s} \times 3600 \text{ s}/\text{h}}$$

$$A' = 0.010 \text{ m}^2$$

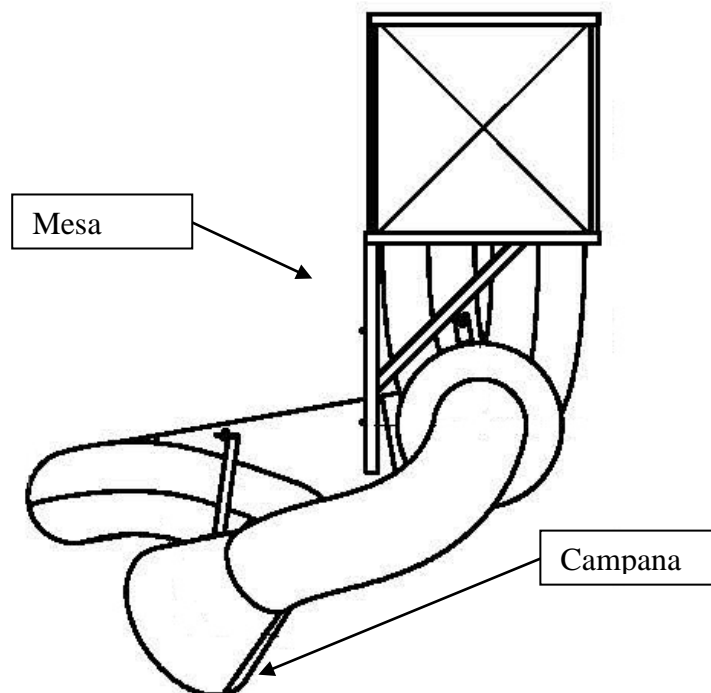
Figura 3.1. Caudal de extracción de las campanas.



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Las campanas tienen la forma de un tronco de cono. (Ver figura 3.2)

Figura 3.2. Campanas de captación.



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

La boca de las campanas está determinada de la siguiente ecuación.(Ver Ec.3)

$$d = \sqrt{\frac{4 * A'}{\pi}} \quad [\text{Ec. 3}]$$

Donde:

$d \rightarrow$ diámetro de la boca de las campanas (m)

$A' \rightarrow$ área de la campana (m^2)

Al reemplazar valores en la Ec.3 se obtiene:

$$d = \sqrt{\frac{4 * 0.01}{\pi}}$$

$$d = 0.36 \text{ m}$$

La altura de las campanas está dada por el ángulo de inclinación de diseño de 72° ; dado que ya se conoce las dimensiones de la boca y de los ductos (Ver numeral 3.2.2) se buscará la altura de las campanas que se ajuste a necesidad expuesta. (Ver figura 3.3)

$$H = \tan 72^\circ * \frac{d - D}{2} \quad [\text{Ec. 4}]$$

Donde:

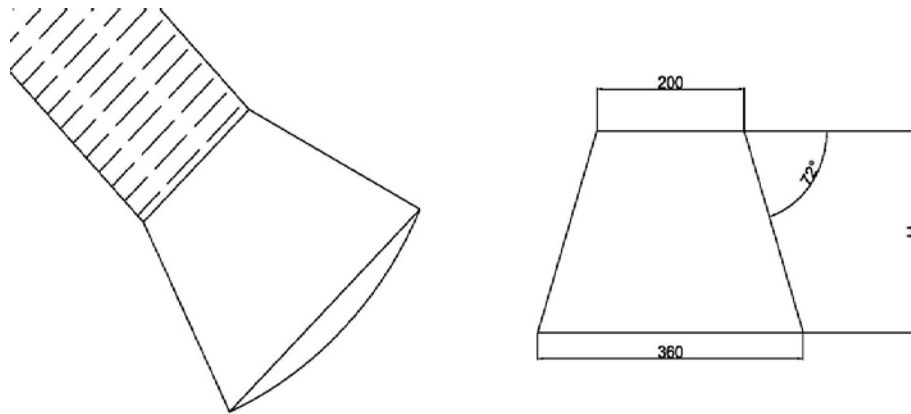
$H \rightarrow$ altura de las campanas (m)

Al reemplazar valores en la Ec.4 se obtiene:

$$H = \tan 72^\circ * \frac{360 - 200}{2}$$

$$H = 250 \text{ mm}$$

Figura 3.3. Dimensiones de las campanas de extracción.



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

3.2 Diseño de ductos

El ducto es el elemento por el cual se conduce el aire a ser extraído, el fluir del aire el ducto absorbe energía del ventilador que lo impulsa y ó lo extrae debido al roce con las paredes, los cambios de dirección o los obstáculos que se hallan a su paso. La rentabilidad de una instalación exige que se minimice la energía consumida. (Escoba, 2012, p.33)

3.2.1 Velocidad de circulación de aire en ductos

Para sistemas de ventilación que vinculan aire cargado de partículas, es necesario establecer una velocidad mínima de diseño a fin de impedir la deposición de aquellas y el taponamiento del ducto. Por otra parte, velocidades demasiado elevadas implican un derroche de energía debido a las elevadas pérdidas de carga que generan y pueden causar rápidamente la abrasión de los ductos. Las velocidades de diseño mínimas recomendadas son superiores a los valores teóricos y experimentales motivo por el cual se toma el valor máximo dado en la tabla 3.3, comparando los gases residuales producto del corte por plasma con polvo ordinario proveniente de fundiciones en general. (Escoba, 2012, p.33)

Tabla 3.3. Valores de velocidad de aire recomendados para el diseño de ductos

Naturaleza del contaminante	Ejemplos	Velocidad de diseño Vc (m/s)
Vapores, gases, humos de combustión	Todos los vapores, gases y humos	5-10
Humos de soldadura, polvo muy fino y ligero, polvos secos	Soldadura	10-12,5
	Hilos de algodón, polvo de madera muy fino, polvo de talco	12,5-15
	Polvo fino de caucho, baquelita en polvo para moldeo, hilos de yute, polvo de algodón, virutas (ligeras), polvo de detergente, raspaduras de cuero	15-20
Polvo ordinario	Polvo de desbarbado, hilos de muela de pulir (secos) polvo de lana de yute, polvo de granos de café, polvo de cuero, polvo de granito, harina de sílice, manejo de materiales pulverulentos en general, corte de ladrillos, polvo de arcilla, fundiciones (en general), polvo de caliza	17,5-20
Polvos pesados	Polvo de aserrado (pesado y húmedo), viruta metálica, polvo de desmoldeo en fundiciones, polvo en el chorreado con arena, pedazos de madera, polvo de barrer, virutas de latón, polvo en el taladrado de fundición, polvo de plomo	20-22,5
Polvo pesado húmedo	Polvo de plomo con pequeños pedazos, polvo de cemento húmedo, hilos de muela de pulir (pegajosos)	> 22,5

Fuente: Castejón, s.f, p.53

3.2.2 Dimensiones del ducto

Para el dimensionamiento de los ductos se considera la ecuación Ec.5.

$$D = \sqrt{\frac{4Q'}{\pi V_c}} \quad [\text{Ec. 5}]$$

Donde:

D → Diámetro del ducto (m)

Q' → Caudal de circulación de aire en el ducto (m³/h)

Vc → Velocidad circulación de aire en el ducto(m/s)

Al reemplazar valores en la Ec.5 se obtiene:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 3750 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi \times 22.5 \text{ m/s} \times 3600 \text{ s/h}}}$$

$$D = 0.24 \text{ m} \approx 9.4 \text{ plgs}$$

Se coloca ductos circulares flexibles de 8 plgs (disponibles en el mercado local), estos producen menores perdidas por fricción pues la sección circular tiene menor perímetro e igual área que un ducto rectangular, mayor resistencia mecánica a la deformación cuando su presión interna es menor que la presión atmosférica por lo se evitara la colocación de accesorios extras como codos, que producen un mayor valor de pérdidas en el sistema.

3.2.3 Cálculo de la pérdida de carga en el sistema

La pérdida de carga en los sistemas de ventilación debido a la fricción es calculada por diferentes métodos. En este caso se utiliza el método del coeficiente “n”, que se basa en calcular la pérdida de carga de un elemento de la conducción en función de la presión dinámica Pd del aire que circula y de unos coeficientes “n” de proporcionalidad, determinados experimentalmente, para cada uno según su forma y dimensiones. (S.A., Salvador Escoba, 2012)

$$\Delta P = n \times P_d \text{ (mm c. d. a)} \quad [\text{Ec. 6}]$$

3.2.3.1 Presión

El aire, para circular, necesita de una determinada fuerza que le empuje. Esta fuerza, por unidad de superficie, es lo que se llama presión. Existen tres clases de presiones: (S.A., Salvador Escoba, 2012)

3.2.3.2 Presión estática, Pe

Es la que ejerce en todas las direcciones dentro del ducto, en la misma dirección del aire, en dirección contraria y en dirección perpendicular, sobre las paredes del

mismo. Si el ducto fuese cerrado, como un recipiente con el aire en reposo, también se manifestaría este tipo de presión.

La presión estática puede ser positiva, si es superior a la atmosférica o bien negativa, si está por debajo de ella.

3.2.3.3 Presión dinámica, Pd

Es la presión que acelera el aire desde cero a la velocidad de régimen. Se manifiesta sólo en la dirección del aire y viene relacionada con la dirección del mismo, aproximadamente por la ecuación Ec.7:

$$P_d = \frac{V_c^2}{16} \text{ (mm c. d. a.)} \quad [\text{Ec. 7}]$$

En la figura 3.5 relaciona ambas magnitudes, la velocidad del aire V_c y su correspondiente presión dinámica. La presión dinámica es siempre positiva.

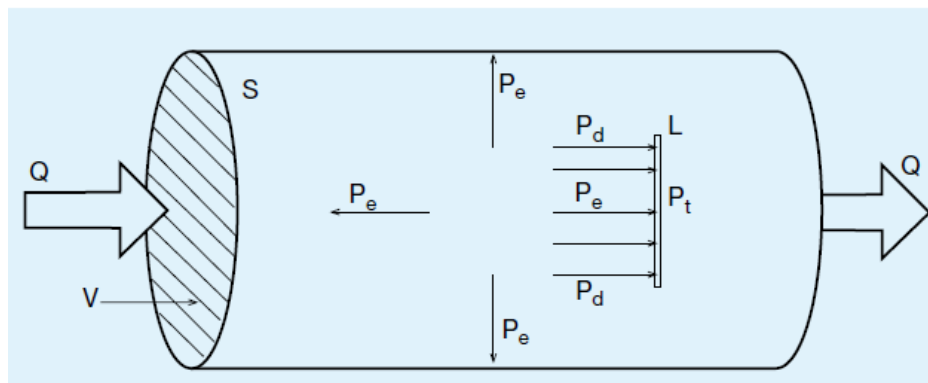
3.2.3.4 Presión Total, Pt

Es la presión que ejerce el aire sobre un cuerpo que se opone a su movimiento. En hidráulica se conoce con el nombre de Ecuación de Bernouilli. (Ver figura 3.4)

Esta dada por la ecuación Ec.8:

$$P_t = P_e + P_d \quad [\text{Ec. 8}]$$

Figura 3.4. Tipos de presión.



Fuente: Escoba, 2012, p.6

3.2.3.5 Pérdidas

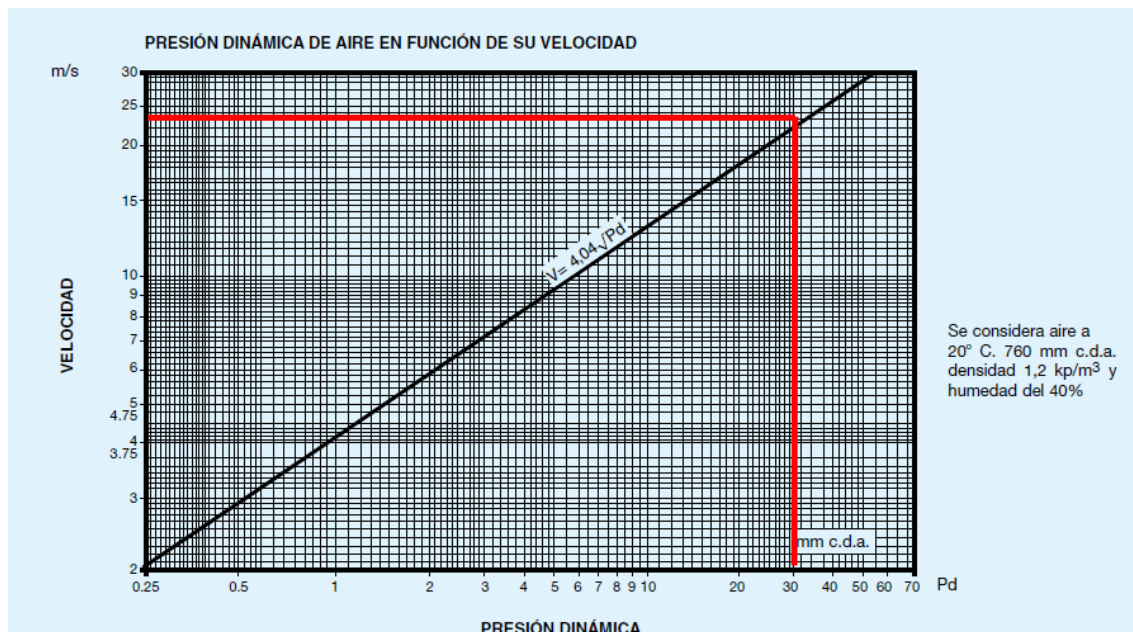
Cada campana en cuestión deberá absorber un caudal total de 3750 m³/h considerando que la velocidad de captación de los vapores es suficiente con 10 m/s.

La velocidad de aire en el ducto es de 22.5 m/s con lo que se determina, al reemplazar valores en la Ec.7:

$$Pd = \frac{22.5^2}{16} = 31.6 \text{ (mm c. d. a.)}$$

Adicional se puede utilizar la figura 3.5 para el cálculo de la presión dinámica (Pd).

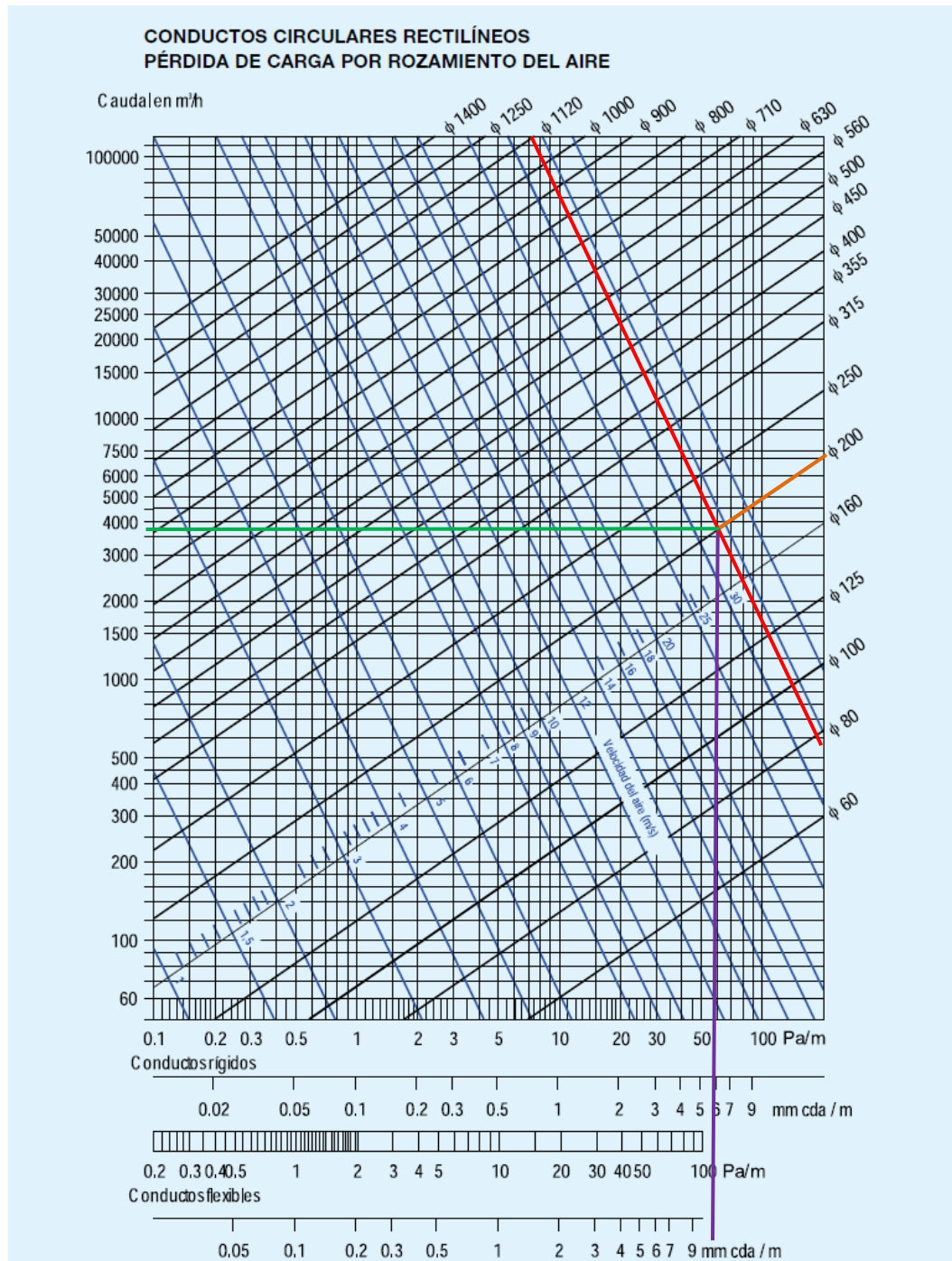
Figura 3.5. Presión dinámica de aire en función de su velocidad.



Fuente: Escoba, 2012, p.7

Para determinar las pérdidas por rozamiento de aire en los ductos se considera una velocidad constante de 22.5 m/s, se ingresa a la figura 3.6 con el diámetro y caudal respectivo de cada ducto, obteniendo el valor de la pérdida de presión en cada uno.

Figura 3.6. Pérdida de carga por rozamiento del aire.



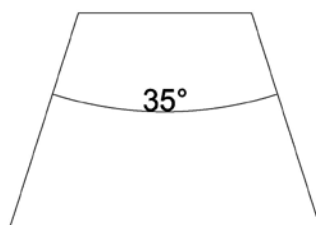
Fuente: Escoba, 2012, p.32

De la figura 3.6 se obtienen los siguientes valores:

Pérdida de carga por rozamiento de aire en los ductos = 10 mm cda/m

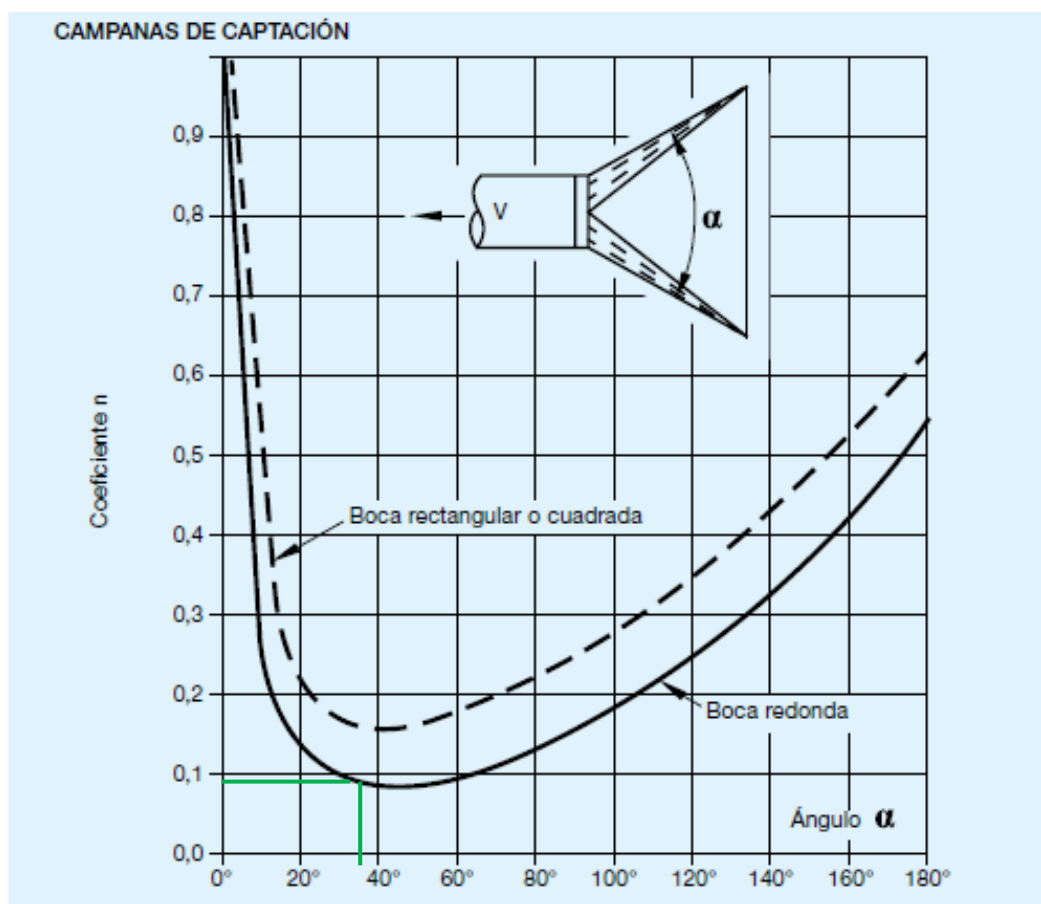
Para determinar el coeficiente de pérdida de carga de las campanas se considera la forma de la boca y el ángulo que se forma entre sus vértices (Ver figura 3.7), con estos datos ver la figura 3.8.

Figura 3.7. Ángulo entre los vértices de la campana.



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Figura 3.8. Coeficiente n campanas de captación.



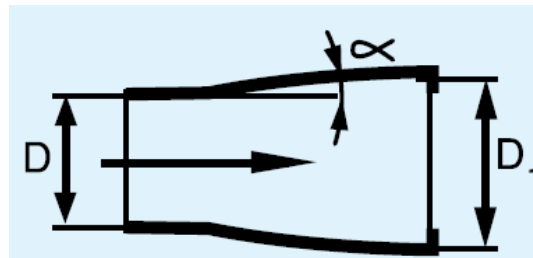
Fuente: Escoba, 2012, p.35

La forma de las campanas del sistema de extracción es de un tronco de cono y sus vértices forman un ángulo de 35°, dando un valor de "n" igual a 0.09.

El coeficiente de pérdida de carga en el aumento está dado por la relación del cambio de sección de los ductos y el ángulo que se forma en el cambio de sección, con estos valores se ingresa a la figura 3.10.

La relación del cambio de sección es: (Ver figura 3.9)

Figura 3.9. Aumento



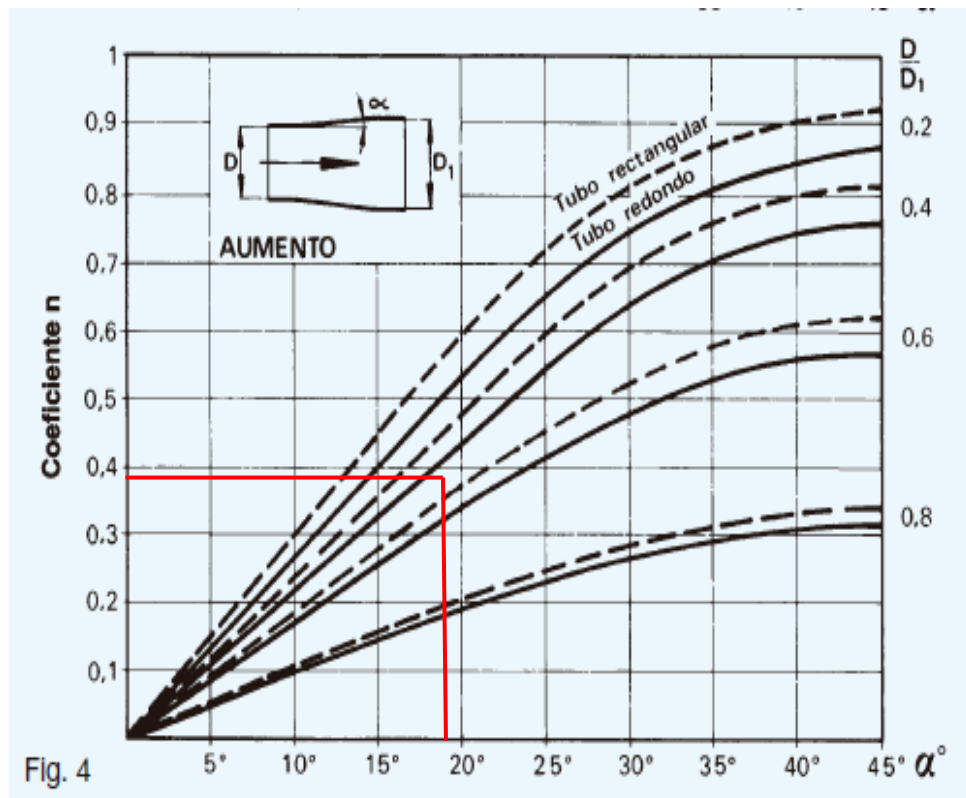
Fuente: Escoba, 2012, p.37

La relación de diámetros en el aumento es igual a:

$$\frac{D}{D_1} = \frac{200\text{mm}}{360\text{ mm}} = 0.56$$

$$\alpha = 18^\circ$$

Figura 3.10. Coeficiente n de aumento.



Con los valores obtenidos de la relación y el ángulo que forma el cambio de sección se obtiene el coeficiente “n” del aumento igual a 0.39.

La pérdida de carga para los ductos:

$$\Delta P_D = \text{Longitud de ducto} \times \text{Pérdida de carga por rozamiento del aire} \quad [\text{Ec. 9}]$$

➤ Extremo izquierdo

Ducto

$$\Delta P_{t1} = 2 \text{ m} \times 10 = 20 \text{ mm c.d.a.}$$

La pérdida por la campana y el aumento se puede resumir en la tabla 3.4.

Tabla 3.4. Pérdidas de los elementos del sistema de extracción

	Cantidad	“n”	Total
Campana	1	0.09	0.09
Aumento	1	0.39	0.39
TOTAL			0.48

Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

De la Ec. 6 se obtiene:

$$\Delta P = 0.48 \times 31.6$$

$$\Delta P = 15.2 \text{ mm c.d. a}$$

- La pérdida de carga total de la instalación extremo derecho resulta ser:

$$\Delta P_{\text{TOTAL}} = \Delta P_C + \Delta P$$

$$\Delta P_{\text{TOTAL}} = 20 + 15.2$$

$$\Delta P_{\text{TOTAL}} = 35.2$$

El ventilador a escoger debe ser capaz de transportar un caudal 3750 m³/h a través del sistema que presenta una pérdida total de 35.2 mm c.d.a.

➤ Extremo derecho

$$\Delta P_{t1} = 1 \text{ m} \times 10 = 10 \text{ mm c.d.a.}$$

La pérdida por la campana y el aumento se puede resumir en la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Pérdidas de los elementos del sistema de extracción

	Cantidad	“n”	Total
Campana	1	0.09	0.09
Aumento	1	0.39	0.39
TOTAL			0.48

Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

De la Ec. 6 se obtiene:

$$\Delta P = 0.48 \times 31.6$$

$$\Delta P = 15.2 \text{ mm c.d.a}$$

- La pérdida de carga total de la instalación extremo derecho resulta ser:

$$\Delta P_{\text{TOTAL}} = \Delta P_C + \Delta P$$

$$\Delta P_{\text{TOTAL}} = 10 + 15.2$$

$$\Delta P_{\text{TOTAL}} = 25.2$$

El ventilador a escoger debe ser capaz de transportar un caudal 3750 m³/h a través del sistema que presenta una pérdida total de 25.2 mm c.d.a.

3.3 Selección de ventilador

Para la selección del ventilador se considera las necesidades del sistema y se analizan las principales características que son el caudal, pérdida de carga, potencia, costo, forma, etc., se hace uso del software de Soles & Palau Selectores para una selección más acertada. . (Ver figura 3.11)

Figura 3.11. Software Soler & Palau Selectores

INICIO → SELECTORES

SELECTORES

HERTZ: **50 HZ** 60 HZ

CAUDAL: m3/h Real

TOLERANCIA: -20% 20%

PRESIÓN: Pa Estático

TOLERANCIA: -20% 20%

CONDICIONES AIRE: 20 °C @ 0M [1,20 KG/M3]

REF:

RESTAURAR

CATÁLOGO SELECCIONADO: (1) S&P: GENERAL CATALOGUE 2013

GAMAS

- ☐ EXTRACTORES MURALES
- ☐ EXTRACTORES TUBULARES
- ☐ CAJAS DE VENTILACIÓN
- ☐ VENTILADORES CENTRÍFUGOS
- ☐ VENTILADORES CENTRÍFUGOS A TRANSMISIÓN
- ☐ EXTRACTORES DE TEJADO
- ☐ EXTRACTORES EN LINEA

Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Las principales variables de nuestro sistema son ingresadas en el software, mismo que nos arroja los posibles ventiladores que se podrían utilizar para nuestra necesidad. (Ver figura 3.12)

Figura 3.12. Ingreso de variables en el programa

Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Buscamos dentro de la lista que nos presenta el programa un ventilador que se ajuste a nuestra necesidad de caudal y perdidas de carga. (Ver figura 3.13)

Figura 3.13. Posibles ventiladores a utilizar

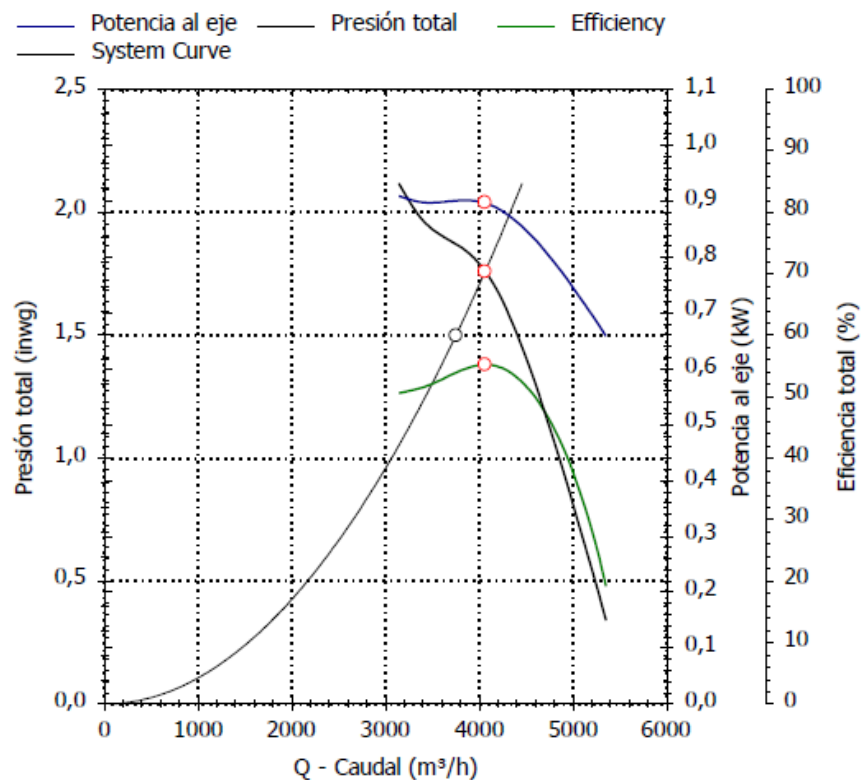
Descripción	Punto trabajo %	Caudal (m³/h)	Ptot (inwg)	Potencia (kW)	Motor (kW)	Eff. (%)	LwA (dB(A))	LpA (dB(A))	Vel. aire (m/s)	Vel. r.p.m.	SFP (W/ls)		
TGT/2-400-6/18-A-1.1-230/400V-50HZ-3	108	4.063	1,76	-	1,10	55	93	79	9,0	2.919	1,00	Q	±12
TGT/2-400-6/18-AL-1.1-230/400V-50HZ-3	108	4.063	1,76	-	1,10	55	93	79	9,0	2.919	1,00	Q	±12
TGT/2-400-6/18-B-1.1-230/400V-50HZ-3	108	4.063	1,76	-	1,10	55	93	79	9,0	2.919	1,00	Q	±12
TGT/2-400-6/18-BL-1.1-230/400V-50HZ-3	108	4.063	1,76	-	1,10	55	93	79	9,0	2.919	1,00	Q	±12
TGT/2-400-6	108	4.063	1,76	-	-	55	0	0	9,0	2.919	1,00	Q	±12
TGT/4-560-6/18-A-0.75-230/400V-50HZ-3	92	3.440	1,26	-	0,75	46	85	71	3,9	1.441	0,86	Q	±12
TGT/4-560-6/18-AL-0.75-230/400V-50HZ-3	92	3.440	1,26	-	0,75	46	85	71	3,9	1.441	0,86	Q	±12
TGT/4-560-6/18-B-0.75-230/400V-50HZ-3	92	3.440	1,26	-	0,75	46	85	71	3,9	1.441	0,86	Q	±12
TGT/4-560-6/18-BL-0.75-230/400V-50HZ-3	92	3.440	1,26	-	0,75	46	85	71	3,9	1.441	0,86	Q	±12
TGT/4-560-6	92	3.440	1,26	-	-	46	0	0	3,9	1.441	0,86	Q	±12
TGT/4-630-6/16-A-1.1-230/400V-50HZ-3	102	3.814	1,55	-	1,10	44	89	74	3,4	1.449	1,08	Q	±12
TGT/4-630-6/16-AL-1.1-230/400V-50HZ-3	102	3.814	1,55	-	1,10	44	89	74	3,4	1.449	1,08	Q	±12
TGT/4-630-6/16-B-1.1-230/400V-50HZ-3	102	3.814	1,55	-	1,10	44	89	74	3,4	1.449	1,08	Q	±12
TGT/4-630-6/16-BL-1.1-230/400V-50HZ-3	102	3.814	1,55	-	1,10	44	89	74	3,4	1.449	1,08	Q	±12
TGT/4-630-6	102	3.814	1,55	-	-	44	0	0	3,4	1.449	1,08	Q	±12
TGT/4-630-6/14-A-1.1-230/400V-50HZ-3	100	3.741	1,49	-	1,10	46	90	75	3,3	1.459	0,99	Q	±12
TGT/4-630-6/14-AL-1.1-230/400V-50HZ-3	100	3.741	1,49	-	1,10	46	90	75	3,3	1.459	0,99	Q	±12
TGT/4-630-6/14-B-1.1-230/400V-50HZ-3	100	3.741	1,49	-	1,10	46	90	75	3,3	1.459	0,99	Q	±12
TGT/4-630-6/14-BL-1.1-230/400V-50HZ-3	100	3.741	1,49	-	1,10	46	90	75	3,3	1.459	0,99	Q	±12
TGT/4-630-6	100	3.741	1,49	-	-	46	0	0	3,3	1.459	0,99	Q	±12

Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

El programa hace una gráfica caudal vs presión de nuestro sistema y la cruza con una gráfica propia de funcionamiento del ventilador, determinando el punto de operación y de mayor eficiencia para nuestro sistema según el ventilador que se escoja. (Ver figura 3.14)

Figura 3.14. Punto de operación del sistema

Curva



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Por consecuente se opta por el ventilador helicoidal tubular marca SOLER & PALAU, modelo TGT con un capacidad 4063 m³/h, con una pérdida de carga de 44 mm.c.d.a

3.4 Selección de filtro

Se selecciona un filtro de carbón activado ya que presenta una porosidad interna altamente desarrollada por lo que un solo gramo de carbón activado puede poseer una superficie de 500 m² o más.

El carbón activado se utiliza en la extracción de metales, la purificación de agua potable (tanto para la potabilización a nivel público como doméstico), en medicina veterinaria y medicina humana para casos de intoxicación, en el tratamiento de aguas residuales, clarificación de jarabe de azúcar, purificación de glicerina, en máscaras antigás, en filtros de purificación y en controladores de emisiones de automóviles, entre otros muchos usos.

Los filtros con carbón activado se utilizan generalmente en la purificación de aire, agua y gases, para quitar vapores de aceite, sabores, olores y otros hidrocarburos del aire y de gases comprimidos.

CAPÍTULO IV

4. CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO DE EXTRACCIÓN

4.1 Adquisición de materia prima, ventilador y filtro

4.1.1 Materia prima

Para la construcción de las campanas, y aumento empleó planchas de acero galvanizado de espesor 0.7 mm y para la carcasa del ventilador espesor 2mm.

El acero galvanizado combina las características del acero (resistencia mecánica) y del cinc (resistencia a la corrosión). Presentando ventajas como: larga duración, elevada resistencia mecánica, protección interna y externa de los equipos, ausencia de mantenimiento (recubrimiento).

4.1.2 Ventilador

El ventilador que utiliza en el sistema es un ventilador centrífugo DD10-10 para una capacidad de caudal de 4587 m³/h, con motor de ¾ HP, y variación de velocidad baja, media y alta.

4.1.3 Filtro

Dentro del sistema se colocó un filtro de carbón activado de 500x500x30 el cual deberá ser cambiado cada 30 días según recomendación del fabricante.

4.2 Fabricación de los elementos del sistema de extracción

El sistema de extracción estará conformado por dos campanas de captación una a cada extremo de la mesa de corte, a las cuales se conecta los tramos de ductos flexibles, los mismos que sirven como medio de conexión con los ventiladores, y estos se conectan a la caja de filtros por medio de tramos de ductos flexibles.

Las campanas de captación y los aumentos estarán contruidos en plancha de acero galvanizada de 0,7 mm de espesor, la carcasa de ventilador en plancha de acero

galvanizado en espesor 2mm y la caja de filtros en plancha de acero al carbono A-36 en espesor 2mm para el sellado y acoplamiento se realizara por el proceso de soldadura GMAW con alambre ER70S6, la soldadura será por puntos en espacios de 20 a 30 mm, para complementar el sellado se usará Sikaflex que es un sellador elástico de alto desempeño y cinta metalizada. (Ver figura 4.1)

Figura 4.1. Cinta adhesiva metalizada



Fuente: TECNOL, Hoja Técnica - cinta adhesiva metalizada,

Los pasos a seguir en la fabricación son:

Trazado: Basándose en los planos de construcción se procedió al trazado sobre las planchas de acero galvanizado y acero negro de cada uno de los elementos a ser conformados para el sistema de extracción. (Ver figura 4.2)

Las herramientas que se utilizaron para el procedimiento de trazado son: puntas de trazar y granete. (Ver figura 4.3)

Figura 4.2. Trazado en planchas



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Figura 4.3. Trazado de caja de filtros



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Corte: Se procede con el corte de la planchas de acero galvanizado por sobre los trazos realizados con anterioridad. (Ver figura 4.4)

Para realizar los cortes se usa la cizalla o también conocida como guillotina, mesa de corte CNC, esmeril, plasma manual. (Ver figura 4.5 y figura 4.6)

Figura 4.4. Corte de planchas en la cizalla



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Figura 4.5. Corte de las campanas y aumentos en la mesa de corte



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Figura 4.6. Corte de las carcasas de los ventiladores



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Para el proceso de conformado de las campanas y aumentos se procede a rolar las piezas ya cortadas, el proceso de rolado de planchas se refiere a pasar la plancha de acero por rodillos para que adquiera una forma determinada, cuando se le aplica la presión generada por los rodillos la plancha se adquiere a dicha forma. (Ver figura 4.7)

Para realizar el rolado de las planchas se usa la baroladora de planchas. (Ver figura 4.8)

Figura 4.7. Rolado de las campanas de extracción



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Figura 4.8. Rolado de los aumentos

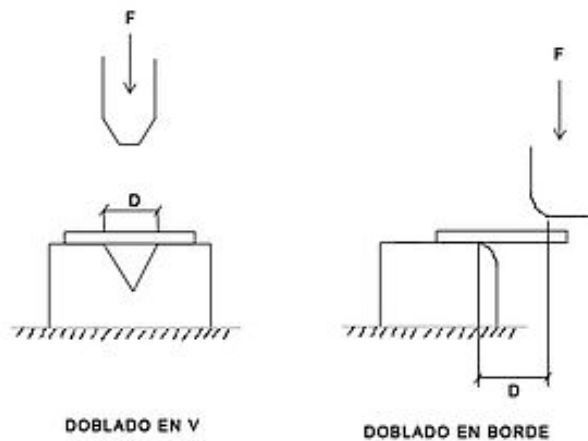


Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Una vez realizados los respectivos cortes, se procede al conformado sin separación de material y con deformación plástica, también conocido como doblez.

Los dobleces se los realizan en una plegadora, es una prensa que cuenta con matrices las que permiten realizar 2 tipos de dobleces. (Ver figura 4.9, figura 4.10 y figura 4.11)

Figura 4.9. Dobleces



Fuente: Castellón, 2009

Figura 4.10. Doble horizontal de la caja de filtros



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Figura 4.11. Doble vertical de la caja de filtros



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Para las uniones longitudinales y transversales se realiza el proceso de soldadura GMAW por puntos con una separación de entre 200 mm a 300 mm. (Ver figura 4.12)

Para el proceso de soldadura se utiliza una soldadora y alambre ER70S6.

Para garantizar la hermeticidad de las uniones se usa un sellador con base en poliuretano y cinta metalizada. (Ver figura 4.13 y figura 4.14)

Figura 4.12. Soldadura de las campanas



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Figura 4.13. Soldadura de la caja de filtros.



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Figura 4.14. Sellado del conjunto



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

4.3 Montaje del equipo de extracción

Para el montaje de sistema de extracción se procede con los siguientes pasos:

- Una vez terminado con el proceso de armado de los equipos se procede con el montaje en la mesa de corte, ubicamos en la viga transversal a cada extremo de la mesa de corte por plasma. (Ver figura 4.15 a figura 17)

Figura 4.15. Montaje de los elementos armados.



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Figura 4.16. Vista frontal de la mesa de corte.



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

Figura 4.17. Vista posterior de la mesa de corte con el sistema total instalado.



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

- Dentro de la caja se ubica los filtros. (Ver figura 4.18)

Figura 4.18. Posición del filtro.



Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

CAPÍTULO V

5. COSTOS

5.1 Análisis de costos

El análisis de costo es el proceso por el cual se cuantificarán los recursos necesarios para el diseño y fabricación del sistema de extracción.

El objetivo es demostrar que se obtuvo el mejor resultado al menor esfuerzo consignado.

Se considerarán a los costos directos e indirectos como una inversión redimible en un determinado tiempo.

5.2 Materia prima y equipos

Para determinar el costo de materia prima y equipos se consideró la lista de precios de proveedores de la empresa Proyectos Mecánicos Promec S.C.C. y proformas solicitadas a proveedores. (Ver tabla 5.1)

Tabla 5.1. Costo materia prima y equipos

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Ventilador helicoidal incluye motor	2	\$ 345.25	\$ 690.50
2	Filtro carbón activado	1	\$ 36.32	\$ 36.32
3	Plancha acero galvanizado 1220x2440x0.7	2	\$ 16.66	\$ 33.32
4	Plancha acero galvanizado 1220x2440x2	1/2	\$ 47.20	\$ 23.60
5	Silicona sikaflex	1	\$ 10.75	\$ 10.75

6	Cinta adhesiva metalizada	2	\$ 5.90	\$ 11.80
7	Soporte para caja de filtros (incluye materia prima + soldadura)	1	\$ 28.50	\$ 28.50
8	Soporte elementos del sistema (incluye materia prima y soldadura)	1	\$ 15.00	\$ 15.00
			TOTAL	\$ 849.79

Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

5.3 Mano de obra construcción y montaje

Para determinar los costos de obra y montaje, se tomó los valores de estándares de construcción y el costo de hora hombre de la empresa Proyectos Mecánicos Promec S.C.C. (Ver tabla 5.2)

Tabla 5.2. Costo mano de obra construcción y montaje

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	HH Fabricación	90	\$ 6.85	\$ 616.50
2	HH Montaje	30	\$ 8.22	\$ 246.60
			TOTAL	\$ 863.10

Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

5.4 Ingeniería

El costo de ingeniería está estimado en la lista de costos de la empresa Proyectos Mecánicos Promec S.C.C. y se basó en el tiempo expuesto para la realización de cálculos y planos de los integrantes de la tesis en cuestión. (Ver tabla 5.3)

Tabla 5.3. Costo ingeniería

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Diseño	1	\$ 1000	\$ 1 000
2	Realización de Planos	1	\$ 600	\$ 600
3	Supervisión en la construcción y montaje del sistema (Horas Hombre)	120	\$ 15	\$ 1 800
			TOTAL	\$ 3 400

Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

5.5 Pruebas

Se realizará una prueba de calidad del aire que es expulsado del sistema de extracción. (Ver tabla 5.4)

Tabla 5.4. Costo pruebas

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Prueba (Análisis de resultados)	1	\$ 250	\$ 250
			TOTAL	\$ 250

Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

5.6 Costo total del sistema de extracción

Para determinar el costo total del proyecto se toma los costos ya determinados como costos de materia prima y equipos, costos de construcción y montaje, costo de ingeniería y costos de pruebas.

Se debe tener en cuenta que dentro de las horas hombre se encuentran considerados los costos indirectos como son las herramientas, servicios básicos, servicios. (Ver tabla 5.5)

Tabla 5.5. Costo total

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL
1	Materia prima y equipos	\$ 849.79
2	Mano de obra construcción y montaje	\$ 863.10
3	Ingeniería	\$ 3 400.00
4	Pruebas	\$ 250.00
	TOTAL	\$ 5 362.89

Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

CAPÍTULO VI

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 Porcentaje de eficiencia

El porcentaje de humo extraído del proceso de corte por plasma de la mesa CNC se lo determinó visualmente, tomando como factor de intervención el tiempo.

Se realizaron cortes según los procesos productivos de la empresa y se tomó los tiempos en que el área de trabajo se llena de humo con el sistema encendido y con el sistema apagado.

Para determinar el volumen de humo se tomó como referencia el extremo izquierdo de la mesa, en un espacio de 2 m³.

Se obtuvieron los siguientes resultados: (Ver tabla 6.1)

Tabla 6.1. Medición de generación de humo

	Medición 1	Medición 2	Promedio
Equipo apagado	5 segundos	7 segundos	6 segundos
Equipo encendido	100 segundo	100 segundos	100 segundos

Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

$$6 \text{ segundos} \rightarrow 100\%$$

$$100 \text{ segundos} \rightarrow \%$$

$$\% \text{ eficiencia} = \frac{100 \times 100}{6} = 1667 \%$$

Resultado: El porcentaje de eficiencia del sistema de extracción es del 1667%.

6.2 Medio Ambiente

La generación de gases dentro del galpón de servicios ocasiona que los operadores de las máquinas no puedan cumplir con sus labores continuas, esto provocaba un tiempo de espera no productivo.

Con la construcción y la puesta en marcha del sistema de extracción de gases, el personal puede cumplir con sus labores sin ser interrumpidas por el exceso de humo que se acumulaba en el galpón.

6.3 Condiciones de trabajo del operador

La generación de gases por el proceso de corte provocaba que el operador se sienta muy incómodo, esto provocaba que su rendimiento laboral sea menor al esperado, ocasionaba que existan reproceso en los cortes debido a que el humo no permitía una buena visualización del proceso de corte.

Una vez instalado el sistema de extracción, el operador se encuentra a gusto con su área de trabajo, es más eficiente y tiene un mayor control del proceso de corte pues su visualización es nítida.

Además, se pudo notar que la mascarilla del operador, aumentó el tiempo de vida útil de uso.

6.4 Cuantificación económica

Para medir la mejora que se obtuvo por el uso del sistema de extracción construido se tomó en cuenta el costo de fabricación.

Se consideró un tiempo de 2.5 horas de trabajo como ciclo de corte, desglosando de la siguiente forma:

- 2 horas de corte continuo representa el 80 %
- El personal que labora en el galpón de servicios debe salir hasta que los gases acumulados se dispersen, 0.5 horas como tiempo de espera, lo cual significa el 20 %.

En el galpón de servicios laboran 7 de personas durante 8 horas, el personal se encuentra distribuido de la siguiente manera:

- Plegadora o baroladora → 4 personas
- Cizalla → 2 personas
- Mesa de corte → 1 personas

El costo por kg fabricado en cada proceso que se desarrolla en el galpón de servicios está resumido en la tabla 6.2.

Tabla 6.2. Capacidad de los procesos productivos

PROCESO	Capacidad instalada Kg/día	% Uso/mercado	Capacidad utilizada Kg/día
Plegadora o baroladora	3768	20 %	754
Cizalla	6024	20 %	1205
Mesa de corte	13197	12.5 %	1649
TOTAL			3608

Elaborado por: Patricia Godoy, Omar Mencías

El costo de fabricación por kilogramo de Proyectos Mecánicos Promec S.C.C. es de \$ 0.30.

Para determinar el ahorro que se obtuvo con la instalación del sistema de extracción, se procede de la siguiente manera:

$$\frac{3608 \text{ Kg}}{\text{día}} * \frac{22 \text{ día}}{1 \text{ mes}} = \frac{79378 \text{ Kg}}{\text{mes}}$$

$$\text{Se deja de producir } \frac{79378 \text{ kg}}{\text{mes}} * 20\% = 15875.2 \text{ Kg/mes}$$

$$\frac{15875.2 \text{ kg}}{\text{mes}} * \frac{\$ 0.30}{\text{Kg}} = \$ 4762.50 / \text{mes}$$

Resultado: El ahorro de la empresa es de \$ 4.8762,50 por mes.

CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño y construcción de un sistema de extracción dando solución a los gases residuales de una mesa CNC, producto del corte por plasma para la empresa Proyectos Mecánicos Promec S.C.C., evitando la propagación de gases dentro del área de trabajo mediante el uso del sistema de extracción localizada, basada en el uso de campanas de captación, ductos flexibles, filtros, y dos ventiladores.
- La mejor alternativa fue la extracción localizada, ya que presentó el 100% de aceptación dentro los parámetros fundamentales determinados.
- En el análisis de resultados se determinó que el sistema es eficiente en 1667 %, por lo que el área de trabajo tanto del operador y de los operadores de las máquinas que se encuentran en el galpón de servicios pueden mantener un trabajo continuo, sin suspender sus labores.
- Se realizó el modelado tridimensional y el plano de cada elemento que forma parte del sistema de extracción en el programa Autodesk Inventor 2015.
- La ejecución total del sistema requirió una inversión aproximada de \$ 5000 + impuestos, recuperables en 1.2 meses. Es decir, el equipo ya está pagado.
- La construcción del sistema de extracción evitará enfermedades profesionales, ahorro en implementos de seguridad, ausentismo laboral, sanciones ambientales y/o de relaciones laborales.
- Los directivos de Proyectos Mecánicos Promec S.C.C. demostraron su satisfacción debido a que los resultados obtenidos fueron favorables, significando beneficios económicos importantes.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda elaborar un manual de operación y mantenimiento del sistema de extracción basándose en indicaciones del fabricante de los equipos (Ventilador y Filtro).
- Se recomienda al departamento de mantenimiento incluir al sistema de extracción dentro del plan anual de mantenimiento de la empresa Proyectos Mecánicos Promec S.C.C.

LISTA DE REFERENCIAS

- Alberdi. (s.f). Qué es el corte por plasma. Recuperado el 17 de marzo del 2014 de: <http://www.demaquinasyherramientas.com/maquinas/corte-por-plasma-generalidades>
- Bahamondes Santos J.L. (2008). Diseño y construcción de un separador ciclónico para la industria naval. Chile. Universidad Valdivia.
- Octavio Cabrera Lazarini. M.C. (s.f). Procesos modernos de corte por plasma. Recuperado el 12 de marzo del 2014 de: <http://procesoscorte-ciateqwikispaces.com/file/view/Corte+por+Plasma.pdf>
- Castejón Vilella. E. (1982). Soldadura. prevención de riesgos higiénicos. España. Centro de investigación y asistencia técnica
- Castejón Vilella. E. (s.f). Extracción localizada. España. Universitat oberta de catalunya.
- Castellón. (2009). Metrología y procesos de conformado de metales sin arranque de viruta. España. Universidad Jaime I.
- Clinica DAM. (s.f). Imagen de filtro de aire H.E.P.A.. Recuperado el 22 de junio del 2014 de: <http://www.clinicadam.com/imagenes-de-salud/19338.html>
- EPA. (2009). Residential cleaners. U.S. Environmental Protection Agency.
- Ferran Puig Vilar. (2013). Corte de chapa por plasma. Recuperado el 11 de junio del 2014 de: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/12114-Corte-de-chapa-por-plasma.html>
- González Briones. (s.f). Recubrimiento con chapa de aluminio. Recuperado el 10 de octubre del 2014 de: http://www.aislamientoshgbriones.es/es_ES/recubrimiento_conductos_chapa_de_aluminio.php
- Inco. (s.f). Conductos aire acondicionado y ventilación. Recuperado el 09 de noviembre del 2014 de: <http://ciudadbarcelona.olx.es/conductos-aire-acondicionado-y-ventilacion-iid-59478808>
- Isover. (s.f). Fabricación de ductos autoportantes para aire acondicionado y calefacción. Recuperado el 09 de noviembre del 2014 de: http://www.miyante.com.ar/climaver_plus.htm
- Istas. (s.f). Sistemas de extracción localizada. Recuperado el 25 de enero del 2015 de: <http://www.istas.net/web/index.asp?idpagina=3479>

- Jonas Edward Salk. (s.f). Corte Térmico del metal: Corte por Plasma. Recuperado el 24 de enero del 2014 de: <http://www.atmosferis.com/corte-termico-del-metal-corte-por-plasma/>
- Moyven. (2007). Filtros Industriales. Recuperado el 01 de septiembre del 2014 de: <http://www.moyven.com/cas/productos/filtros-industriales/humedo>
- Nederman. (s.f). Ductos flexibles. Recuperado el 07 de enero del 2014 de: <http://www.nederman.es>
- AETHER. (2014). Blower assemblies. U.S. Lau industries.
- Plusformación. (s.f). Origen polvos y su mitigación en la minería. Recuperado el 09 de enero del 2014 de: <http://www.plusformacion.com/Recursos/r/origen-polvos-su-mitigacion-mineria?page=1>
- Soler & Palau. (s.f). Hojas técnicas. Recuperado el 17 de diciembre del 2013 de: <http://www.soler-palau.mx/casosaplicacion5.php>
- Salvador Escoba. S.A. (2012). Manual práctico de ventilación. España. Rosselló.
- SMACNA. (1985). HVAC duct construction standards - metal and flexible (RS-34). U.S. Lafayette center drive Chantilly.
- Unipaz. (2010). Ventilación industrial. Recuperado el 12 de septiembre del 2014 de: <http://ventilacionindustrialunipaz.blogspot.com/2010/05/temacampanacapota-sistema-de.html>

ANEXOS

ANEXO 1. PLANCHA ACERO GALVANIZADO

Galvanizado : Plancha de acero revestida de Zinc por el proceso de inmersión en caliente para mejorar su resistencia a la corrosión.
 Aluzinc : Lámina rollada en frío, se somete a un proceso de inmersión continua en el que se adhiere 55% de aluminio, 1,6% de silicio y 43,4% de Zinc, logrando un balance para darle resistencia a la corrosión y a la temperatura.

Calidad del Acero		GALVANIZADO	ALUZINC	
		G60 (Z180)	AZ120	AZ150
Normas		ASTM A 653 o equivalente	ASTM A 792 o equivalente	
Aplicación específica		Techos, paneles, edificios prefabricados, canaléa para lluvia, ductos, tubería de ventilación, lavadoras, refrigeradoras, etc.		
Acabado superficial		Flor normal, Reducida , Skin Pass		
Recubrimiento		180 gr/m ² de zinc	120 gr/m ² de Aluzinc	150 gr/m ² de Aluzinc
Composición Química (% Max.)	C	0,02% - 0,15%	0,02% - 0,15%	0,02% - 0,15%
	Mn	0,60%	0,60%	0,60%
	P	0,03%	0,03%	0,03%
	S	0,035%	0,035%	0,035%
Propiedades mecánicas	Flexión	180 °	180 °	180 °
	Elongación	>=20%	>=20%	>=20%
	Recocido, temple y Dureza	65 HRB	65 HRB	65 HRB

Especificación de la Bobina Madre

Espesor	0,20 ~ 2,50 mm
Tolerancia de ancho	- 0,0 ~ 7,0
Diámetro Interno	508 - 711 mm
Diámetro Externo	1.700 mm. Max.
Peso Rollo	10 Tm. Max.

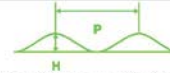
Tolerancias Espesor: JIS G3302 tabla 17

Espesor	Tolerancia en mm
0,20 - 0,40 mm.	+/- 0,05 mm
0,40 - 1,00 mm.	+/- 0,08 mm
1,00 - 1,25 mm.	+/- 0,09 mm
1,25 - 2,50 mm.	+/- 0,15 mm

Planeza: Altura de onda (H) o distancia hasta la cara inferior de la lámina:
 Amplitud o paso de la onda (P): distancia horizontal entre cimas de dos ondas.

Índice de planeza (I): Pendiente de la ondulación H/PX100[%]

Medición con galga triangular o regla de medida, desde la superficie plana de una mesa de granito pulido y la cara inferior de la lámina.



CAMBER: Desviación del canto respecto a una línea recta) Ref: Norma: JIS G 3141 Tabla 23

Ancho de lámina (mm)	Camber (mm) en 2000 mm
< 630 mm	4 mm
> 630 mm	2 mm



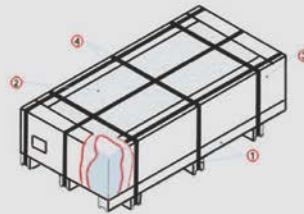
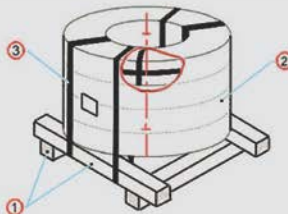
Lámina Recubierta

RECLAMACIONES POR ÓXIDO: máximo 30 días después de haber despachado el material; evidenciando un adecuado almacenamiento y conservación por parte del cliente.
RECLAMACIONES POR GOLPES Y RAYAS (ATRIBUTOS SUPERFICIALES): máximo 3 meses después de haber despachado el material, evidenciando que fue un problema en la bobina madre y que no existió la adecuada inspección. No se aceptan golpes, marcas o cualquier otro defecto propios del almacenamiento o manipulación del material por parte del cliente.
 ARME garantiza una sola cara de la lámina.
RECLAMACIONES POR DIMENSIONES: máximo 3 meses, sin presentar ningún otro detrimento de calidad propio del almacenamiento o manipulación. Se debe evidenciar que el material está por fuera de especificación.
RECLAMACIONES POR PESO: ARME trabaja con un sistema de pesaje calibrados anualmente por un ente de Masas y Balanzas acreditado por la ONAC. Por tal razón, sólo se aceptarán reclamaciones por diferencia de peso cuando el material recibido por el cliente sea pesado en básculas certificadas por un ente acreditado.
 ARME no aceptará reclamaciones de este tipo, cuando el método utilizado para el cálculo de peso sea el de cálculo teórico de densidad del acero (7.850 kg/cm³).

Especificaciones del producto cortado:

		Lámina	Blanco Industrial	Fleje
Dimensiones	Ancho	1000 - 1220 mm	Desde 100 mm - Hasta 1200 mm	Desde 12 mm - Hasta 1219 mm
	Largo	Desde 300 mm - Hasta 5000 mm	Desde 330 mm - Hasta 4500 mm	N.A
Tolerancias	Longitud	+/- 1 mm	+/- 0.5 mm	N.A
	Diagonales	0,3% del ancho	0,2% del ancho	N.A
	Ancho	ASTMA568	+/- 0,5mm	+/- 0.2 mm
	Planeza (H)	5.0 mm	3.5 mm	N.A
	Índice de Planeza (I)	2.50 %	1.50 %	N.A
	Rebaba (corte)	Máximo 0,2 mm de altura	Máximo 0,2 mm de altura	Máximo 0,2 mm de altura
Atributos	Óxido	2 poros/m2 max. Tamaño $\phi < 3$ mm.	2 poros/m2 max. Tamaño $\phi < 3$ mm.	1 poro/m2 max. Tamaño $\phi < 5$ mm.
	Marcas y quiebres	Aceptables quiebres y marcas $\phi < 5$ mm.		Golpes: Hasta 2 golpes con diámetro menor o igual a 4cm por cada metro lineal. Quiebres: No debe presentar quiebres visibles o que sean sensibles al tacto.

Especificación del Embalaje	Peso Paquete	2000 - 5000 kg	2500 - 4000 kg	500 - 2500 kg
Etiqueta de Identificación		Por paquete: # Lote; # atado; Espesor; Dimensión; # de laminas; Peso neto/bruto y cliente	Por paquete: # Lote; # atado; Espesor; Dimensión; # de laminas; Peso neto/bruto y cliente	Por rollo: # atado; Peso; Calibre; Ancho. Por paquete: Espesor; Dimensión; # de rollos; Peso neto/bruto y cliente
Embalaje		Plataforma de madera, protectores, papel y zunchos.		Plataforma de madera, protectores, papel y zunchos.



ANEXO 2. DUCTO FLEXIBLE



Technical Product Specifications

Supurr-Flex® pure aluminum, multi-layered flexible metallic duct, UL Listed 181 Class 1 Air Connector



TF420, TF620

Model No.	Description
TF420	Supurr-Flex® alum. metallic duct
TF620	Supurr-Flex® alum. metallic duct

Performance Data

for uninsulated aluminum, flexible metallic duct

Maximum Velocity

- 4000 FPM

Maximum Rated Pressures

- all diameters 8" w.g. Pos.
- 3"-6" dia., -4.0" w.g. Neg.

Operating Temperature Range

- 0°F to 265°F

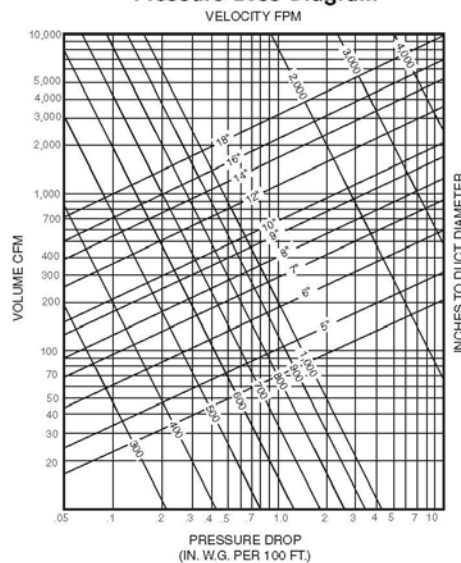
Pressure Drops (see chart)

UL Listed 181 Class 1 Air Connector

General Information

- UL Listing on this product is for installations of 14 ft. or less
- for heating, cooling & exhaust
- compressed length . . . 20 ft. to 14" +/-
- fire retardant, NO exposed polyester inside or outside

Pressure Loss Diagram



Model No.	diameter	length
TF420	4" dia.	20 ft.
TF620	6" dia.	20 ft.

6/01
© 2001
DEFLECTO CORPORATION • P.O. Box 50057 • Indianapolis, IN 46250 • www.deflecto.com
DEFLECTO/Canada Ltd. • St. Catharines, Ontario • Canada L2M 3Y2

Deflecto's policy is one of continual product improvement in design and manufacturing wherever possible, therefore all specifications and designs are subject to change without notice and without incurring obligations.

TF420tps

ANEXO 3. VENTILADOR

TGT



TGT/2-400-6/18-A-1,1kW-230/400~3V-50Hz-3

Ventiladores helicoidales tubulares con protección anticorrosiva en la camisa, mediante galvanizado en caliente, álabes de aluminio tipo "aerofoil", con casquillo de arrastre de acero, y motor trifásico IP55, clase F.
Pueden instalarse en posición horizontal o vertical.
Modelos de camisa corta.
Marca S&P modelo TGT/2-400-6/18-A-1,1kW-230/400~3V-50Hz-3 para un caudal 4.063 m³/h y presión estática 1,76 inwg.

Punto de trabajo requerido

Caudal	3.750 m³/h
Presión total	1,50 inwg
Temperatura	20 °C
Altitud	0 m
Densidad	1,2 kg/m³
Frecuencia	50 Hz
Tensión	230/400~3 V

Punto trabajo

Caudal	4.063 m³/h
Presión estática	1,56 inwg
Presión dinámica	0,196 inwg
Presión total	1,76 inwg
Potencia útil	0,897 kW
Rend Total	55,2 %
Velocidad descarga	9 m/s
Velocidad ventilador	2919 rpm
Potencia específica	1,00 W/l/s
Potencia útil (eje) máx	0,910 kW

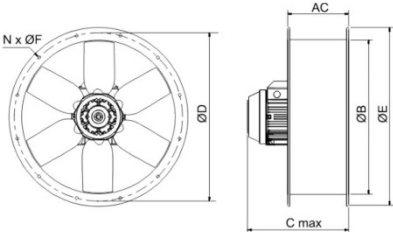
Construcción

Diámetro	400 mm
Palas	6
Peso	80,20 kg
Inclinación	18°

Motores

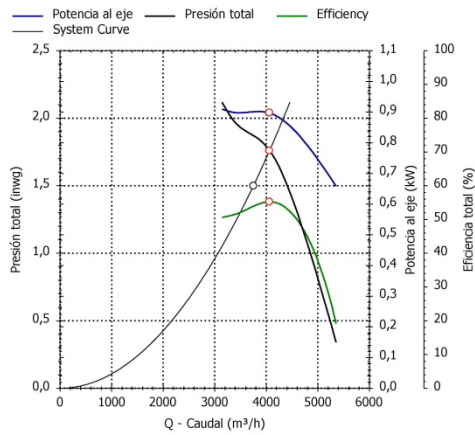
Número de Polos	2
Potencia motor	1,1 kW
Tensión	230/400~3
Intensidad motor	4,1 A / 2,3 A
Índice de protección	IP55
Clase motor	F

Dimensiones



AC	B	Cmax	D	E	F	N
250	400	402	450	487	12	8

Curva



η[%]	MC	EC	N	VSD	Marca	REF
39,5	C	Static	N45,5	+	S&P	PV015354T18
[kW]	[m³/h]	[Pa]	[RPM]	SR		
1,131	3,907	412	2919	1		
η[%]	Rendimiento máximo η[%]					
MC	Tipo de Instalación					
EC	Categoría de Eficiencia					
N	N					

Características acústicas

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
Aspiración (LwA)	51	64	76	85	89	88	84	76	93
Aspiración LpA @ 1,5m	37	50	62	71	75	74	70	62	79



ANEXO 4. FILTRO CARBÓN ACTIVADO

CARBON PLEAT

- Dual purpose: Filters particulate and absorbs odor
- Effective gas phase filter for intermittent gas applications
- Excellent filter to determine if carbon filters will help remove the odor
- Low pressure drop
- Disposable, easy installation, low service cost
- All filters wrapped and sealed in protective plastic bags to maintain filter viability



DESCRIPTION

The Air Handler Carbon Pleat filters are designed for the control of intermittent odor problems. Carbon pleated filters remove a wide range of odors and common indoor air pollutants. The advanced media has improved capability to absorb nuisance odors.

The filter's construction consists of pleated, non-woven/polyester media, impregnated with an activated carbon. The pleated filter pack is enclosed in a heavy duty, moisture resistant (beverage board) die-cut frame that will not crack, warp or distort under normal operating conditions.

BENEFITS

In some light duty applications, the effectiveness of carbon pleated filters can equal many long-term solutions used for controlling odor problems. Carbon pleated filters can be used as a low cost method to verify the potential effectiveness of carbon for controlling odors. The carbon pleat receives an efficient removal of particulate MERV 6 per ASHRAE Standard 52.2-2007.

APPLICATIONS

The Air Handler Carbon Pleat is well suited for use where gas contaminants are low and/or intermittent. Provides relief of odors created by cigarette smoke, industrial process, copier, pets and musty areas.

These filters are well suited for use in air make-up systems and re-circulation applications in office buildings, hospitals, airports, food courts and manufacturing facilities.

For our complete line of filters, visit grainger.com/airhandler

Find it at Grainger.

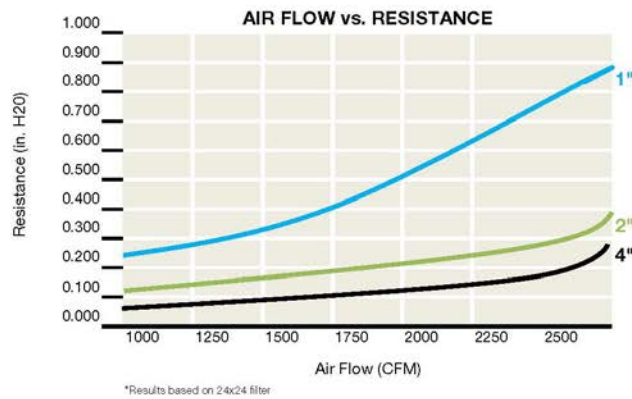
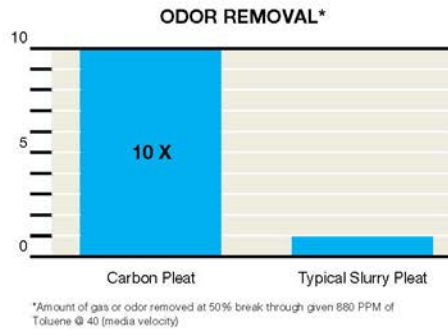
© 2013 W.W. Grainger, Inc. 8S

2

Air Handler®
Clear the air. Ease your mind.

CARBON PLEAT

ODOR REMOVAL



DIMENSIONS & PART #S

Nominal Size (in.)			Initial Resistance @ 250 FPM ("w.g.)	Initial Resistance @ 500 FPM ("w.g.)	Grainger #
H	W	D			
10	10	1	0.23	0.63	6B915
10	20	1	0.23	0.63	6B914
12	12	1	0.23	0.63	6B912
12	20	1	0.23	0.63	6B911
12	24	1	0.23	0.63	6B910
14	20	1	0.23	0.63	6B907
14	24	1	0.23	0.63	6B905
14	25	1	0.23	0.63	6B904
15	20	1	0.23	0.63	6B902
16	16	1	0.23	0.63	6B900
16	20	1	0.23	0.63	6B899
16	24	1	0.23	0.63	6B896
16	25	1	0.23	0.63	6B894
18	20	1	0.23	0.63	6B891
18	24	1	0.23	0.63	6B890
18	25	1	0.23	0.63	6B887
20	20	1	0.23	0.63	6B886
20	24	1	0.23	0.63	6B883
20	25	1	0.23	0.63	6B880
22	22	1	0.23	0.63	6B877
24	24	1	0.23	0.63	6B876
25	25	1	0.23	0.63	6B873
10	20	2	0.13	0.34	6B913
12	24	2	0.13	0.34	6B909
14	20	2	0.13	0.34	6B906
14	25	2	0.13	0.34	6B903
15	20	2	0.13	0.34	6B901
16	20	2	0.13	0.34	6B898
16	24	2	0.13	0.34	6B895
16	25	2	0.13	0.34	6B893
18	24	2	0.13	0.34	6B889
20	20	2	0.13	0.34	6B885
20	24	2	0.13	0.34	6B882
20	25	2	0.13	0.34	6B879
24	25	2	0.13	0.34	6B875
25	25	2	0.13	0.34	6B872
12	24	4	0.07	0.23	6B908
16	25	4	0.07	0.23	6B892
20	20	4	0.07	0.23	6B884
20	24	4	0.07	0.23	6B881
20	25	4	0.07	0.23	6B878
24	24	4	0.07	0.23	6B874

For our complete line of filters, visit grainger.com/airhandler

Find it at Grainger.

© 2013 W.W. Grainger, Inc. 8S

3

Air Handler®
Clear the air. Ease your mind.

ANEXO 5. CINTA ADHESIVA

Aislantes



cintaluminio cinta poliester

CINTA ADHESIVA CON ACABADO ALUMINIO / METALIZADO

Cinta de aluminio y poliester aluminizado de gran resistencia térmica.

APLICACIONES

- Unión de materiales de aislamiento térmico (TQ TECNOTHERMIC, A3, A6, A10).
- Calefacción, ventilación y aire acondicionado.
- Recubrimiento de empalmes de extractores, salida de humos y calentadores.
- Unión de paneles de cerramiento de fibra de vidrio laminadas con lana mineral o metal.
- Conductos de circulación de aire.



TECNOL®

TQ cintaluminio / cinta poliester

CINTA ADHESIVA CON ACABADO ALUMINIO / METALIZADO

FICHA TÉCNICA

TQ CINTALUMINIO

• Soporte	Aluminio
• Adhesivo	Acrílico modificado
• Protector	Papel siliconado
• Espesor en mm (sin protector)	0,07 ± 7%
• Resistencia a la temperatura	-10°C + 100°C
• Fuerza adhesiva AFERA 4001 (N/25 m)	14 ± 1,5
• Clasificación UNE 23-721 (resistencia al fuego)	M1

TQ CINTA POLIESTER

• Soporte	film polipropileno metalizado
• Adhesivo	Acrílico.
• Adhesión (PEEL)	6,5 N / 25 mm
• Cohesión (SHEAR)	> 100 horas
• Tensión de rotura	4,5 Kg/cm
• Elongación	140 %

PROPIEDADES

- Gran resistencia a la tracción.
- Fácil aplicación.
- Resistente a la temperatura.
- Gran poder de adhesión.
- Larga durabilidad.
- Multitud de aplicaciones.
- Fácilmente aplicable con TQ DISPENSADOR CINTA

MODO DE EMPLEO

Aplicar sobre superficie limpia ejerciendo presión sobre la cinta, para un acabado uniforme.

PRESENTACIÓN Y ALMACENAJE

TQ CINTALUMINIO se presenta en rollos de 25 metros y 50 metros con un ancho de cinta de 50 mm. Almacenar en lugar fresco y ventilado a temperaturas inferiores a 30°C.

TQ CINTA POLIESTER se presenta en rollos de 50 metros con un ancho de cinta de 50 mm. Almacenar en lugar fresco y ventilado a temperaturas inferiores a 30°C.

PRECAUCIONES DE USO

TQ CINTALUMINIO presenta una mayor resistencia a la temperatura que **TQ CINTA POLIESTER**.

Esta ficha técnica sirve, al igual que todas las demás recomendaciones e informaciones técnicas, únicamente para la descripción de las características del producto, forma de empleo y sus aplicaciones. Los datos e informaciones reproducidos se basan en nuestros conocimientos técnicos obtenidos en la bibliografía, ensayos de laboratorio y en la práctica. Los consumos y dosificaciones que figuran en esta ficha técnica se basan en nuestra propia experiencia, por lo que pueden sufrir variación debido a las diferentes condiciones de las obras. Los consumos y dosificaciones reales deberán determinarse en la obra mediante ensayos previos y son responsabilidad del cliente.

No serán de nuestra responsabilidad otras aplicaciones del producto que no se ajusten a las indicadas. La presente ficha técnica pierde su validez con la aparición de una nueva edición. Debe consultarse con nuestro departamento técnico cualquier duda o aplicación adicional no prevista en la ficha técnica.

Garantizamos nuestros productos en caso de defectos en la calidad de fabricación de los mismos, siendo de nuestra responsabilidad tan sólo la de reintegrar el valor de la mercancía suministrada. Respetar el modo de empleo temperatura mín. de aplicación + 5°C. Esta ficha fue establecida y corregida el 1.6.2008

Fabricado con la garantía de: T.Q. TECNOL, S.A.

Tel. 902 333 351 Fax 902 333 352 www.tecnol.es

ANEXO 6. SIKAFLEX

Hoja Técnica
Edición 1, 2007
Identificación no. 200103/101/102
Sikaflex® -1a

Sikaflex® -1a

Sellador elástico de poliuretano de alto desempeño.

Descripción	Sikaflex -1a es un sellador elástico de alto desempeño, de un solo componente, con base en poliuretano, para el sello de juntas arquitectónicas o estructurales con fuertes movimientos.
Usos	<p>Para sellar:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Juntas en muros y techos compuestos por losas o elementos de concreto, madera, fibrocemento, vidrio, etc.■ Juntas estructurales que se mueven debido a cambios de temperatura o de humedad, cargas dinámicas, viento, etc.■ Juntas entre los más diversos materiales de construcción, madera, vidrio, asbesto-cemento, acero, aluminio, etc.■ Juntas compuestas por materiales de diferente naturaleza, para compensar diferencias de módulo elástico y de coeficiente de dilatación.■ Juntas verticales y horizontales en albercas y tanques de agua potable.■ Juntas en tanques de almacenamiento en la industria de alimentos y bebidas.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none">■ Producto listo para usar y de fácil aplicación.■ Excelente adherencia a la mayoría de materiales de construcción.■ Gran durabilidad y resistencia al envejecimiento.■ No se escurre en juntas verticales.■ Excelente resistencia al agua y a la intemperie.■ Elasticidad permanente y alta resistencia al desgaste.■ Aprobado para estar en contacto con agua potable.■ Se puede pintar.
Modo de Empleo	
Preparación de la superficie:	La superficie y bordes de la junta deben estar sanos, limpios y secos, libres de aceite, grasa u otras sustancias extrañas que puedan impedir la adherencia del producto.
Métodos de limpieza	<p>Se recomienda efectuar la limpieza de la junta por medios mecánicos adecuados (disco abrasivo o carda metálica), evitando contaminación con aceite o grasa.</p> <p>En juntas con movimiento, aisle el fondo de la junta para evitar que el sellador se adhiera a él. Para un trabajo más limpio enmascare con cinta los bordes de la junta de modo que la profundidad de la junta no sea mayor que la recomendada. Para cumplir con el factor forma, se debe rellenar el fondo con SikaRod del diámetro adecuado.</p> <p>Importante Use Sikadur -32 Gel como imprimante en juntas húmedas, en juntas que van a estar permanentemente bajo agua o en superficies porosas. Aplique el Sikadur -32 Gel en los bordes de la junta y espere hasta que seque al tacto para aplicar el Sikaflex -1a. A 25°C como mínimo 6 (seis) horas.</p>



Aplicación del Producto:

Sikaflex -1a viene listo para ser usado. Con navaja corte la boquilla en diagonal en el ancho deseado, perfora la membrana de protección, instale luego el cartucho en la pistola de calafateo **Sika**. Rellene con el sellador la totalidad de la junta, procurando mantener la punta de la boquilla fuera de la junta durante la operación de sellado. Alise con una espátula o con el dedo mojándolos previamente en agua y jabón.

Remueva la cinta de enmascarar inmediatamente y termine de alisar el producto. Las herramientas se lavan con **Sika Limpiador** mientras el producto aún esté fresco.

Rendimiento

Un (1) cartucho de **Sikaflex-1a** en junta de 1 cm de ancho x 1 cm de profundidad rinde para 3.0 metros lineales.

Datos Técnicos

Colores: Blanco, gris, negro.

Densidad: 1,22 kg/l aprox.

Secado al tacto (TT-S-00230C): 4 a 6 horas.

Resistencia al desgarre (ASTM D-624): 9.0 kg/cm.

Deformación máxima admisible(*): 25% del ancho de la junta.
(*) Después 21 días a 23°C.

Tensión elongación máxima: 14 kg/cm² aprox.

Elongación a la ruptura (ASTM-D412): 500% aprox.

Dureza Shore A (*) (ASTM-D2240): 40 +/- 5
(*) Después 21 días a 23°C.

Capacidad de movimiento de la junta: +/- 25%

Factor forma de la junta:	Ancho Hasta 10 mm 10 a 25 mm	Ancho: profundidad 1:1 2:1
----------------------------------	---	---

Profundidad mínima (juntas con movimiento): 8 mm

Ancho máximo: 25 mm

Temperatura de aplicación: +5 a +35°C

Temperatura de servicio: -40 a +75°C

Precauciones

- Utilice preferentemente todo el contenido del cartucho el mismo día.
- **Sikaflex-1a** debe dejarse curar por lo menos durante 7 días cuando se utilice para sellar juntas en inmersión.
- En juntas con movimiento, aplique la masilla cuando la junta se encuentre en el punto medio del movimiento.
- **Sikaflex-1a** no debe aplicarse en profundidades menores de 12 mm o en juntas de más de 25 mm de ancho.
- Evite en contacto con alcohol u otros solventes durante su tiempo de curado.
- Cuando se aplique el sellador evite dejar burbujas de aire atrapadas.

Medidas de Seguridad

Provea una ventilación adecuada en las zonas de aplicación. En caso de contacto con la piel lave la zona afectada inmediatamente con agua y jabón, quite inmediatamente la ropa manchada, no dejar secar el producto. En caso de contacto con los ojos lave inmediatamente con agua abundante durante 15 minutos y acuda con prontitud al médico. En caso de ingestión no provoque el vómito y acuda inmediatamente al médico. Para mayor información y en caso de derrames consulte la hoja de seguridad.

Almacenamiento

Quince (15) meses en lugar fresco y seco, bajo techo en su empaque original sellado.

Advertencia

Los productos **Sika** han sido desarrollados con altos estándares de calidad y de acuerdo a nuestra amplia experiencia. Los productos fabricados por **Sika**, tal como se venden, cumplen los fines para los cuales han sido fabricados. No obstante, no se responde por variaciones en el método de empleo, por condiciones en que sean aplicados, cuando la vigencia del producto esté vencida, si son utilizadas en forma que afecten la salud o cualquier patente propiedad de otros. Para su uso consulte las instrucciones y tome en cuenta las precauciones que en ellas se establece. Para usos especializados o cuando surjan dudas respecto al uso o aplicación de este producto, consulte a nuestro **Departamento de Soporte Técnico** al 01 800 123 7452.

Sika Mexicana S.A. de C.V.

Sika Responde
01 800 123 7452
soporte.tecnico@mx.sika.com
www.sika.com.mx

Planta y Regional Bajío
Tel: 01(442) 2 38 58 00
Fax: 01(442) 2 25 05 37
Centro.informacion@mx.sika.com
regional.bajio@mx.sika.com

Regional Centro
Tel: 01(55) 26 26 54 30 y 39
Fax: 01(55) 26 26 54 44 y 45
regional.centro@mx.sika.com

Regional Occidente
Tel: 01(33) 38 38 03 65
Fax: 01(33) 38 38 43 60
regional.occidente@mx.sika.com

Regional Norte
Tel: 01(81) 83 90 19 06 y 07
Fax: 01(81) 83 90 19 08
regional.norte@mx.sika.com

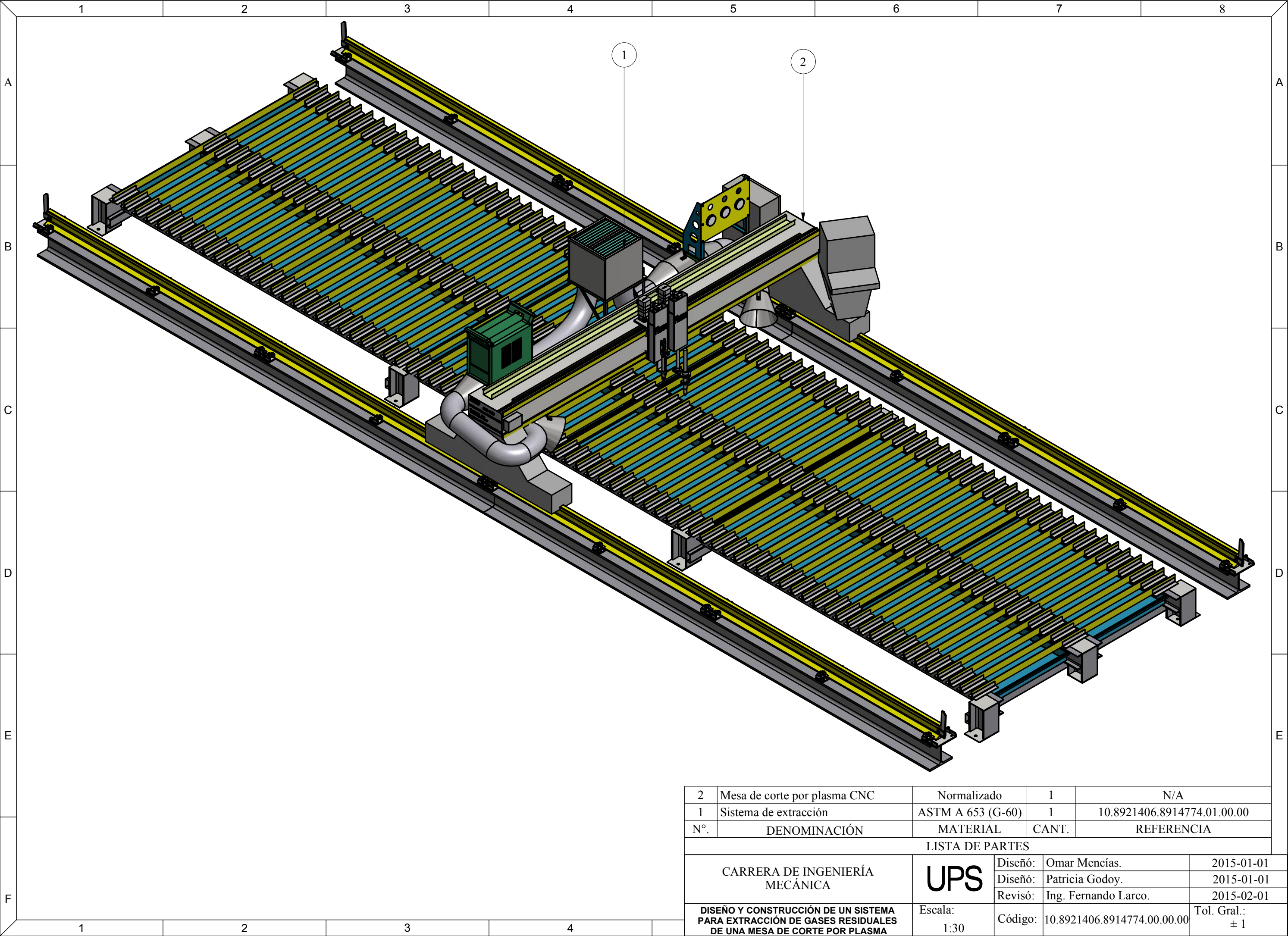
Regional Sureste
Tel/Fax: 01(229) 921 82 79 / 86 79
regional.sureste@mx.sika.com

Regional Noroeste
Tel: 01(662) 218 50 54 y 55
Fax: 01(662) 260 51 00
regional.noroeste@mx.sika.com

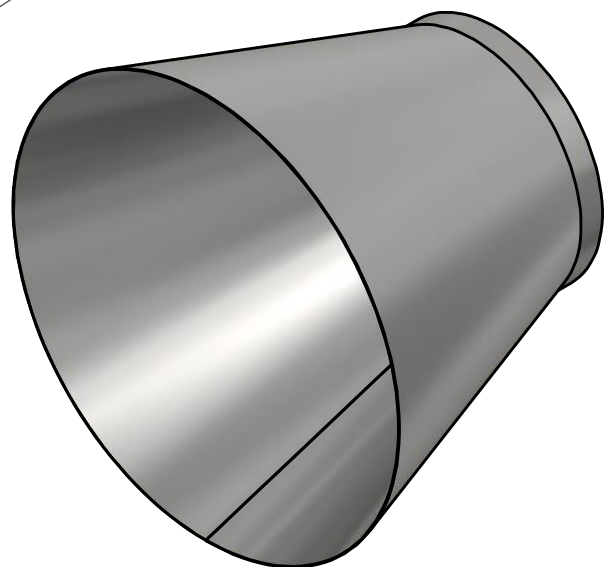
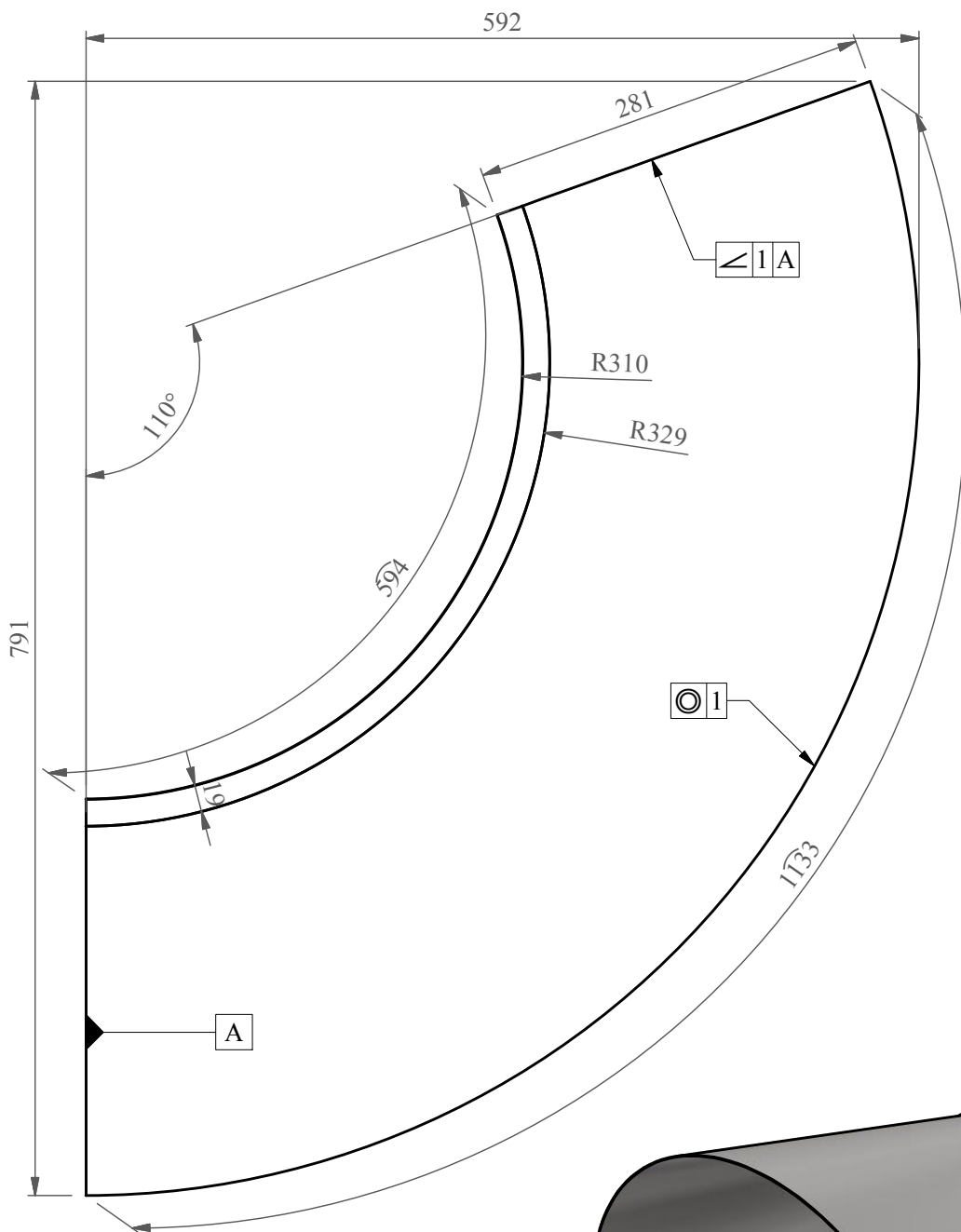
Regional Baja Norte
Tel: 01(664) 621 73 55
01(664) 621 68 28 / 67 75
regional.bajanorte@mx.sika.com

Oficina Baja Sur
Tel: 01(612) 165 41 33
Fax: 01(612) 121 44 07
oficina.bajasur@mx.sika.com

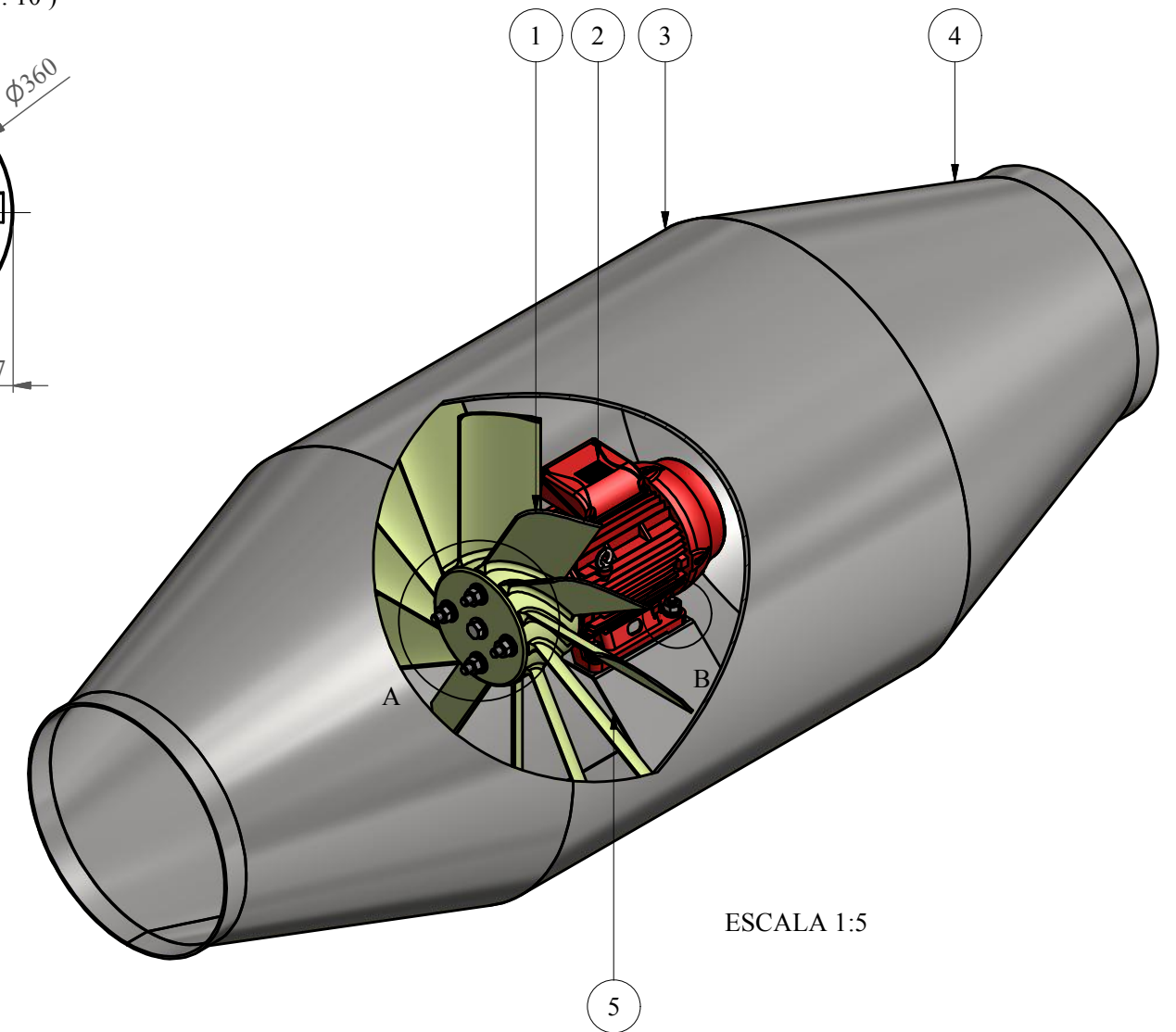
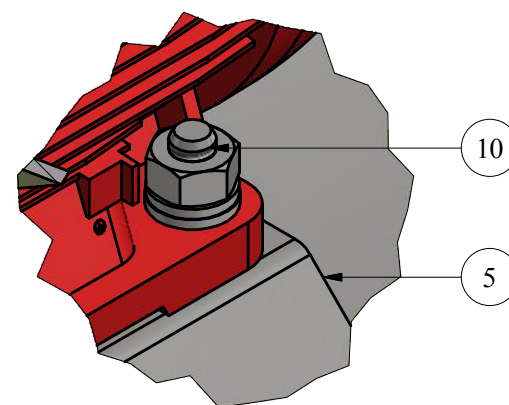
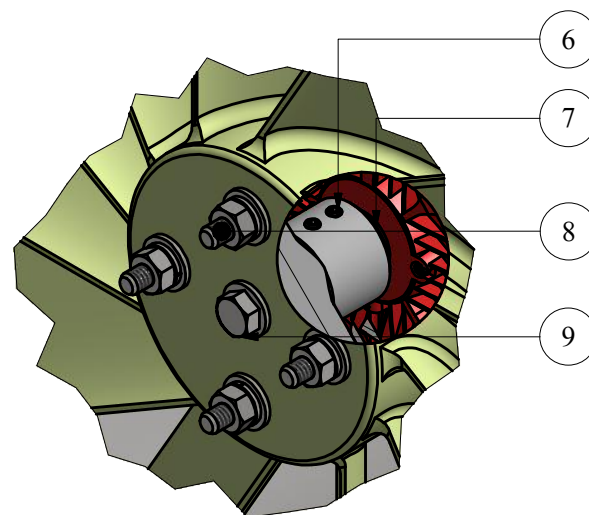
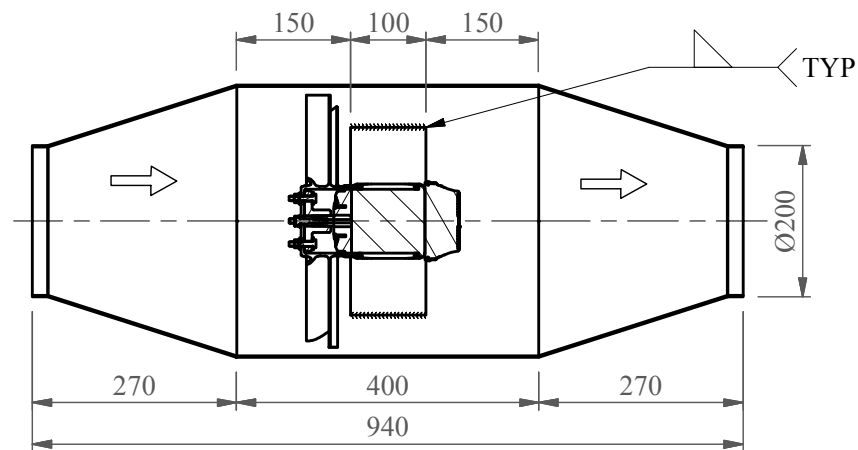
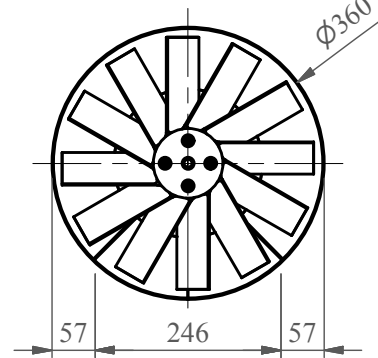
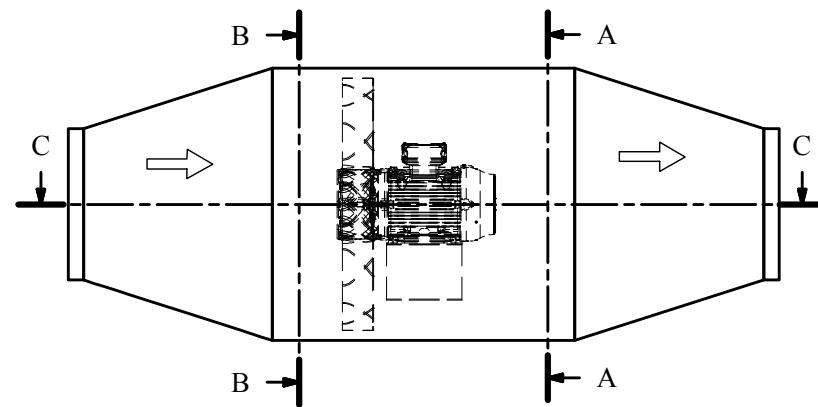
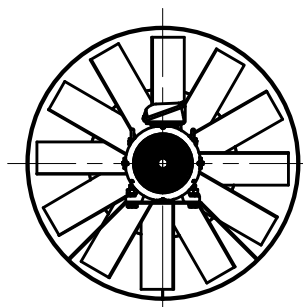
ANEXO 7. PLANOS



2	Mesa de corte por plasma CNC	Normalizado	1	N/A
1	Sistema de extracción	ASTM A 653 (G-60)	1	10.8921406.8914774.01.00.00
N°.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANT.	REFERENCIA
LISTA DE PARTES				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.	2015-01-01
		Diseño:	Patricia Godoy.	2015-01-01
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.	2015-02-01
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PARA EXTRACCIÓN DE GASES RESIDUALES DE UNA MESA DE CORTE POR PLASMA	Escala: 1:30	Código:	10.8921406.8914774.00.00.00	Tol. Gral.: ± 1



Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 653 (G-60)	Dim.Brutas. 800x600x0.7
Recubrimiento	N/A		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.
		Diseño:	Patricia Godoy.
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.
Campana de captación	Escala: 1:5	Código:	10.8921406.8914774.01.01.00
		Tol. Gral.:	± 1

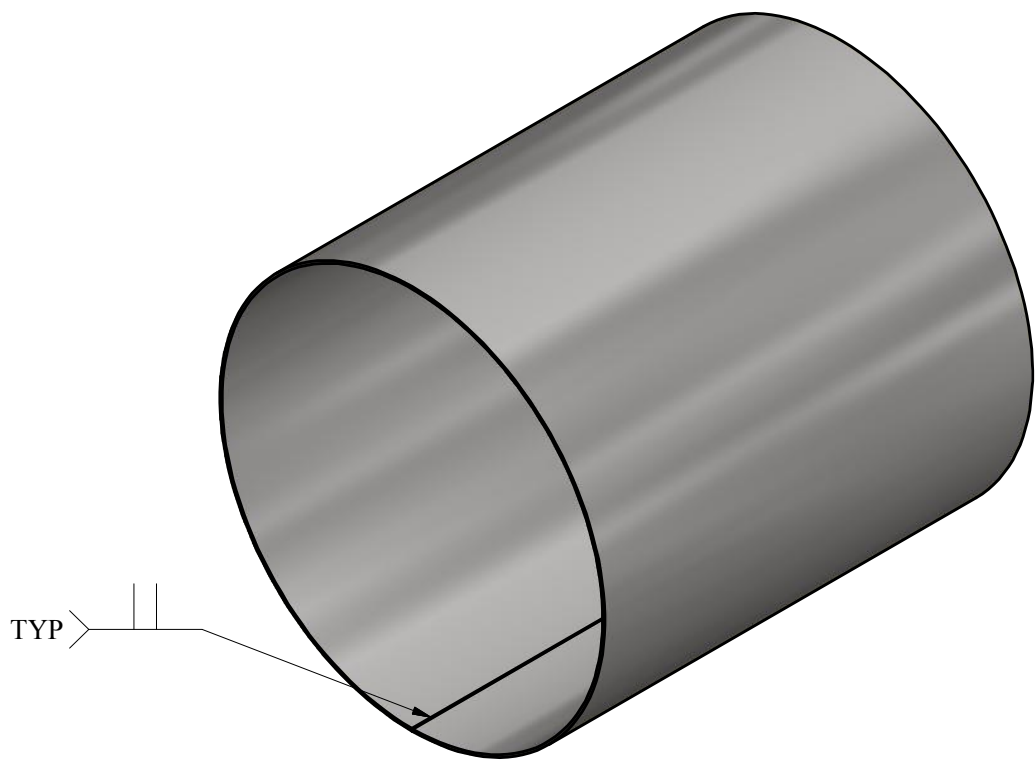
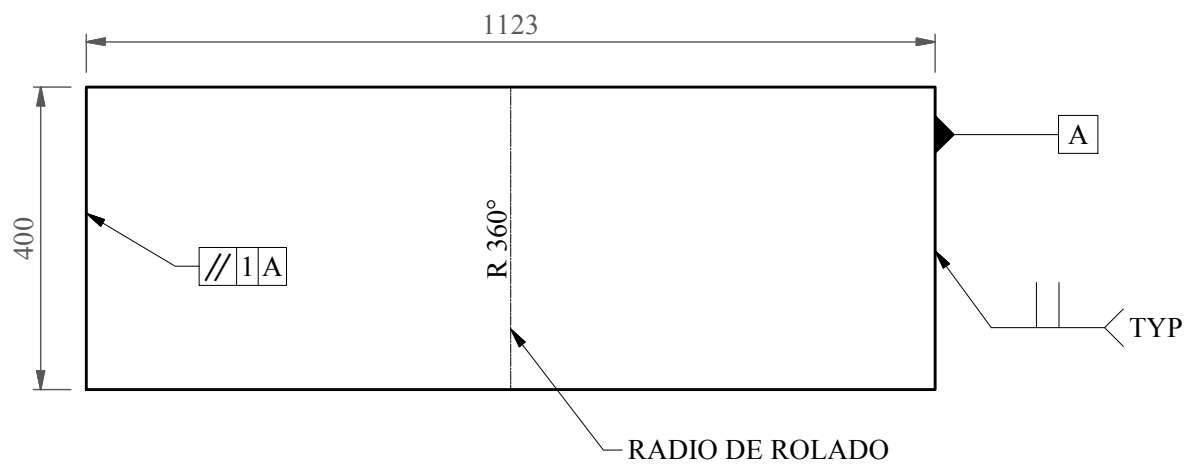


← DIRECCIÓN DE FLUJO DE AIRE

10	Perno hexagonal 1/4"-20 UNC x 1" - Arandela plana de presión y tuerca	ASTM A 325	4	3-E	ANSI B18.2.1
9	Perno hexagonal 1/4"-20 UNC x 1"	ASTM A 325	1	1-E	ANSI B18.2.1
8	Perno hexagonal 1/4"-20 UNC x 1" - Arandela plana de presión y tuerca	ASTM A 325	8	1-E	ANSI B18.2.1
7	Manzana porta helice	AISI-SAE 1018	1	2-E	10.8921406.8914774.01.02.04
6	Prisionero 3/16"-32 UNC x 1/4"	ASTM A 325	2	2-E	ANSI B18.3
5	Base motor	ASTM A 653 (G-60)	1	7-C	10.8921406.8914774.01.02.03
4	Transición Ø200 a Ø360	ASTM A 653 (G-60)	2	8-B	10.8921406.8914774.01.02.02
3	Tubo Ø360x400	ASTM A 653 (G-60)	1	7-C	10.8921406.8914774.01.02.01
2	Motor WEG - 1Hp - 3000 rpm	Normalizado	1	7-C	W22 Carcasa de Hierro Gris
1	Helice	Plástico	1	6-C	Normalizado
Nº.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANT.	ZONA	REFERENCIA

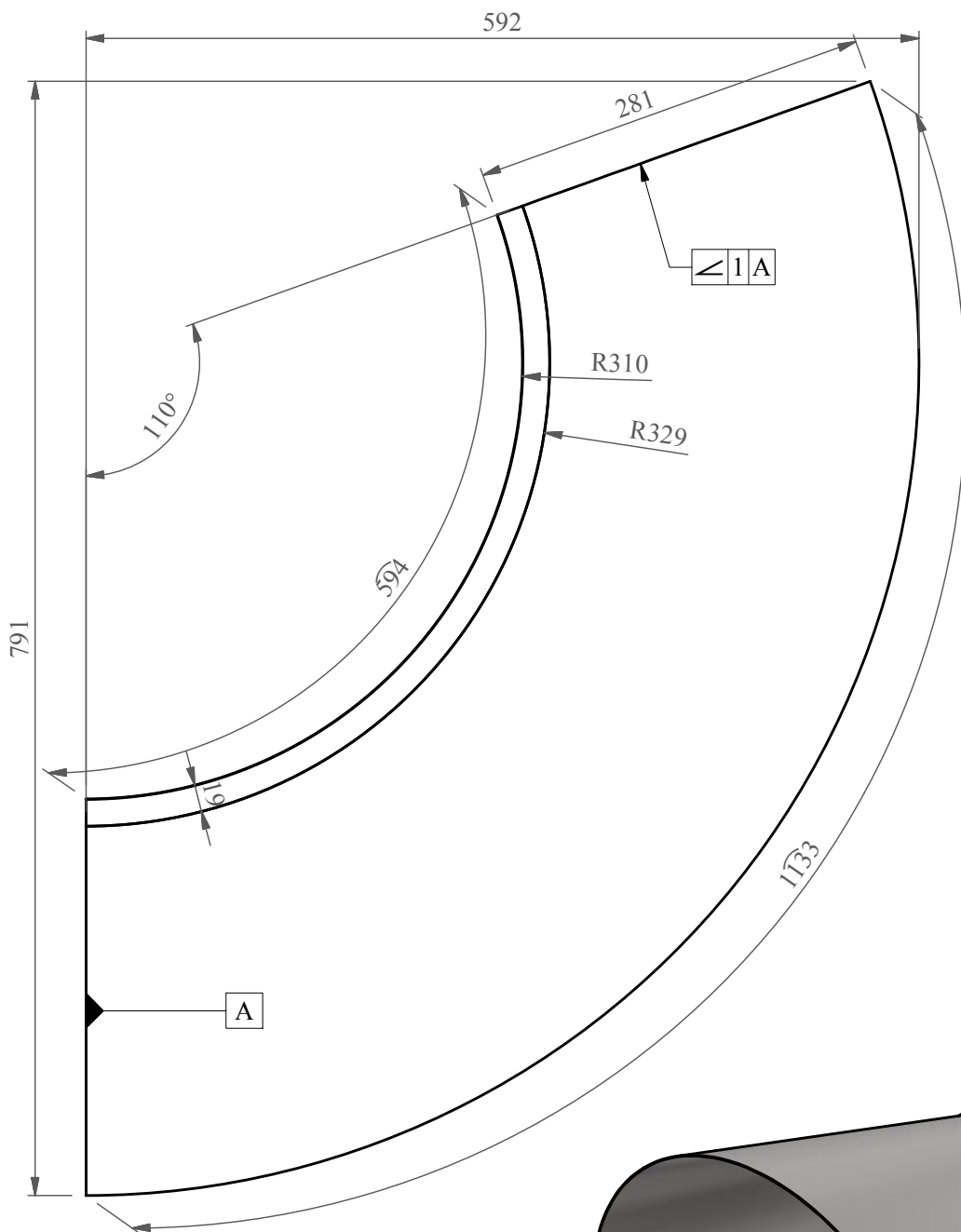
LISTA DE PARTES

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Omar Mencías.	2015-01-01
		Diseñó:	Patricia Godoy.	2015-01-01
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.	2015-02-01
Ventilador axial Ø360-300rpm	Escala: 1:10	Código:	10.8921406.8914774.01.02.00	Tol. Gral.: ± 1

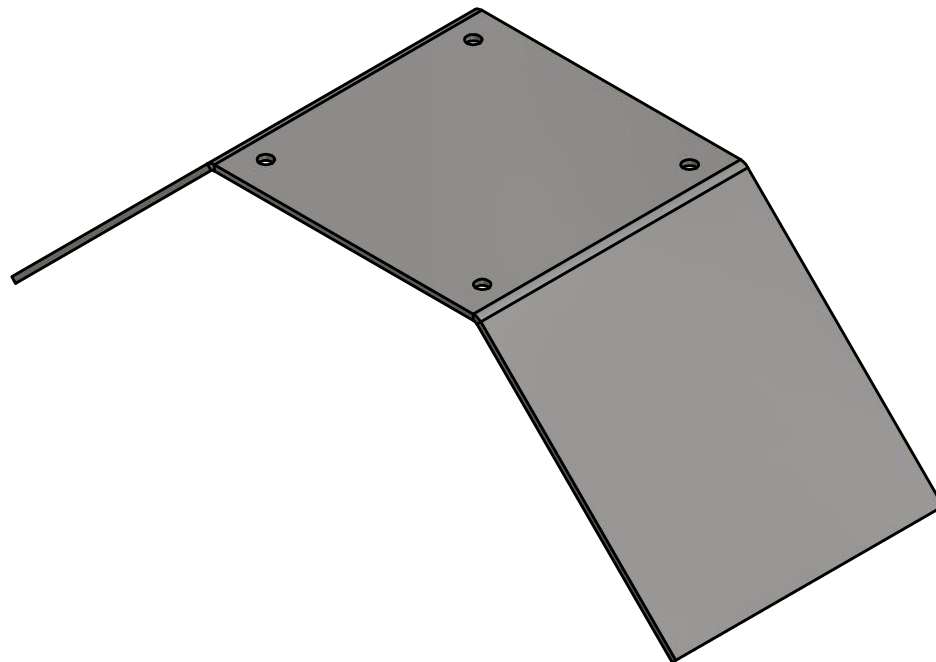


ESCALA 1:5

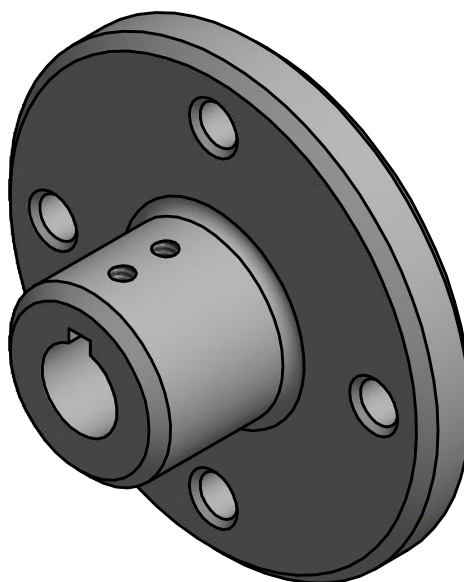
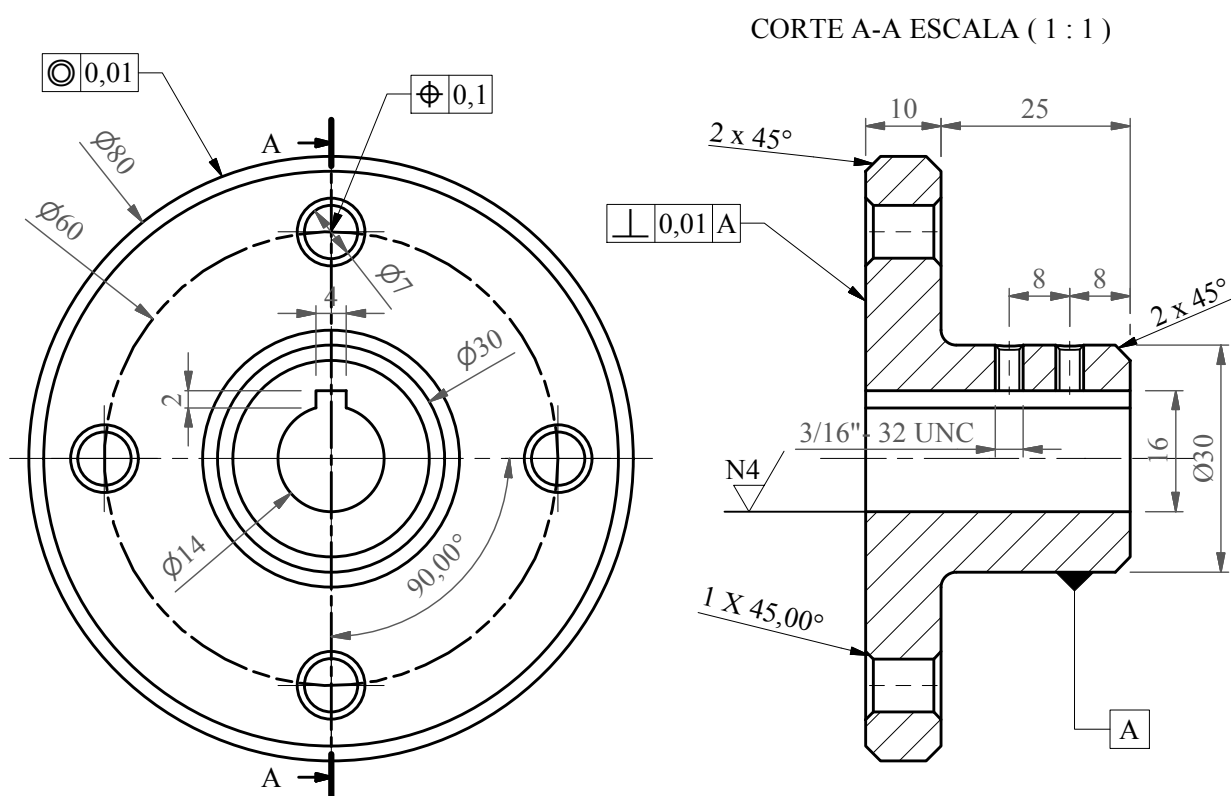
Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 653 (G-40)	Dim. Brutas. 1130x405x2
Recubrimiento	N/A		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.
		Diseño:	Patricia Godoy.
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.
Tubo Ø360x400	Escala: 1:10	Código:	10.8921406.8914774.01.02.01
		Tol. Gral.: ± 1	



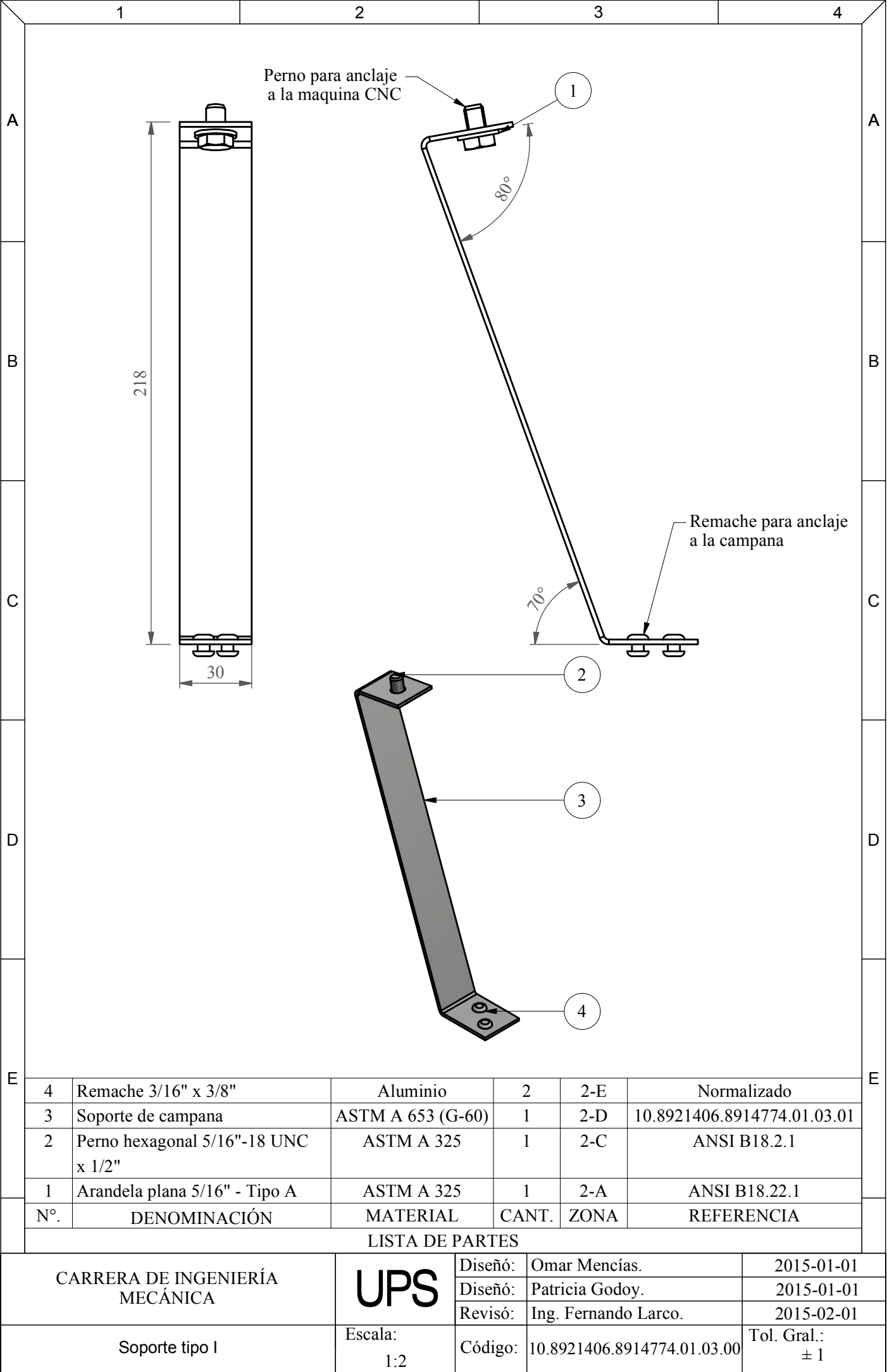
Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 653 (G-60)	Dim.Brutas. 800x600x2
Recubrimiento	N/A		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Omar Mencías.
		Diseñó:	Patricia Godoy.
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.
Transición Ø200 a Ø360	Escala: 1:5	Código:	10.8921406.8914774.01.02.02
		Tol. Gral.:	± 1

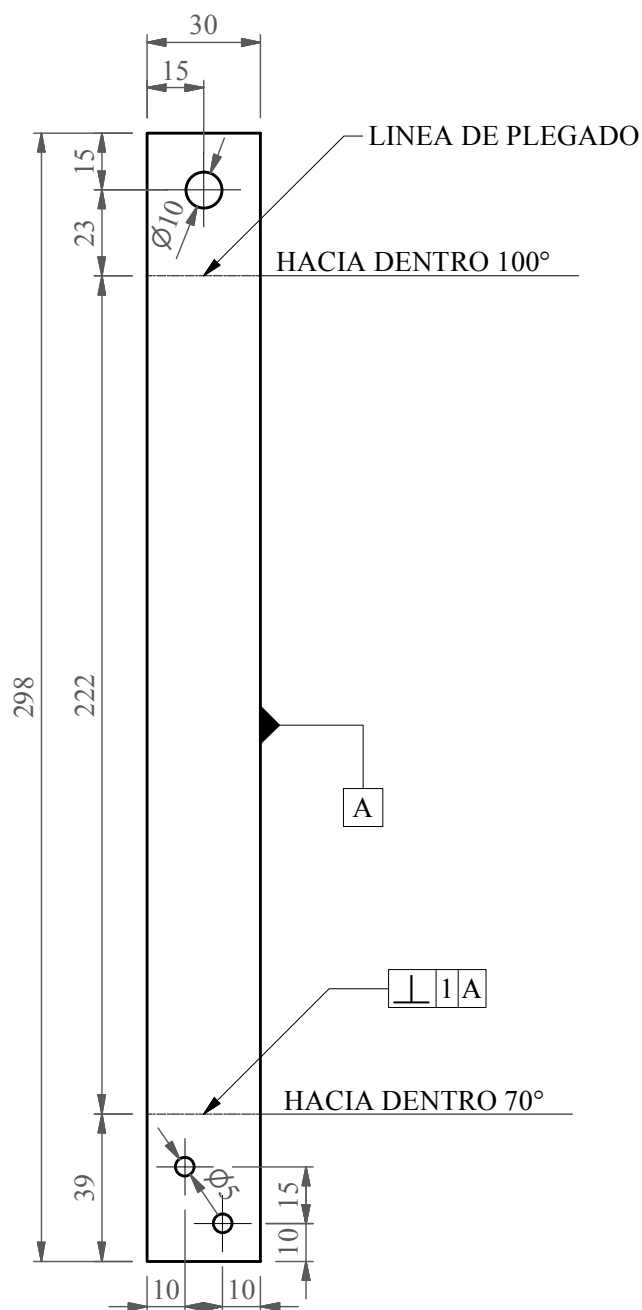


Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 653 (G-60)	Dim.Brutas. 315x105x2	
Recubrimiento	N/A			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.	2015-01-01
		Diseño:	Patricia Godoy.	2015-01-01
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.	2015-02-01
Base motor	Escala: 1:2	Código:	10.8921406.8914774.01.02.03	Tol. Gral.: ± 1

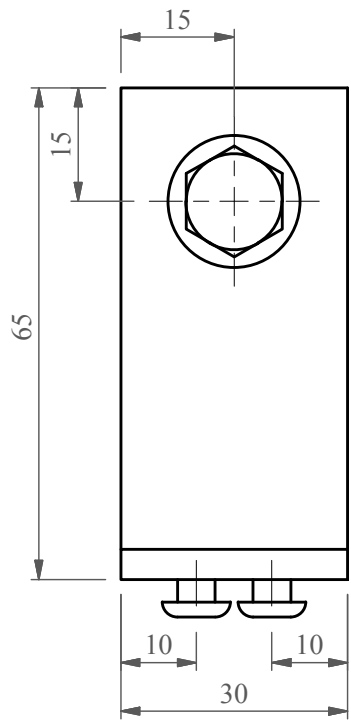
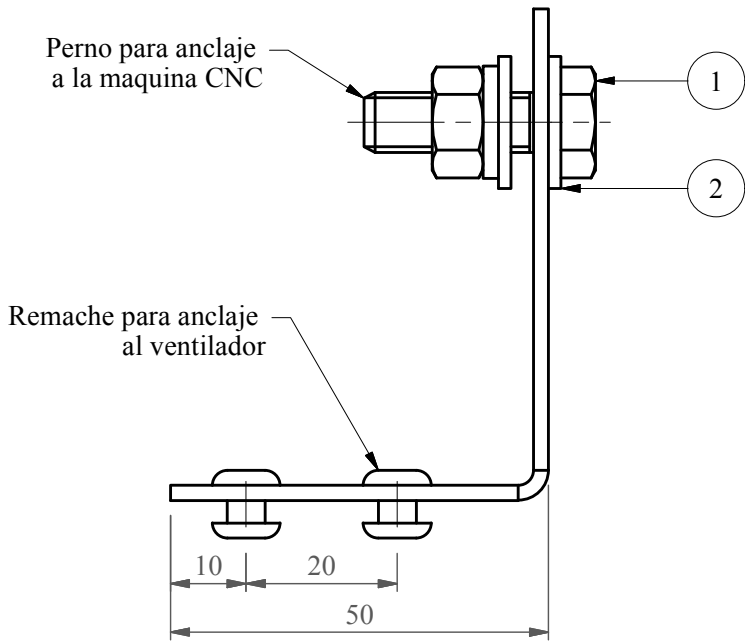
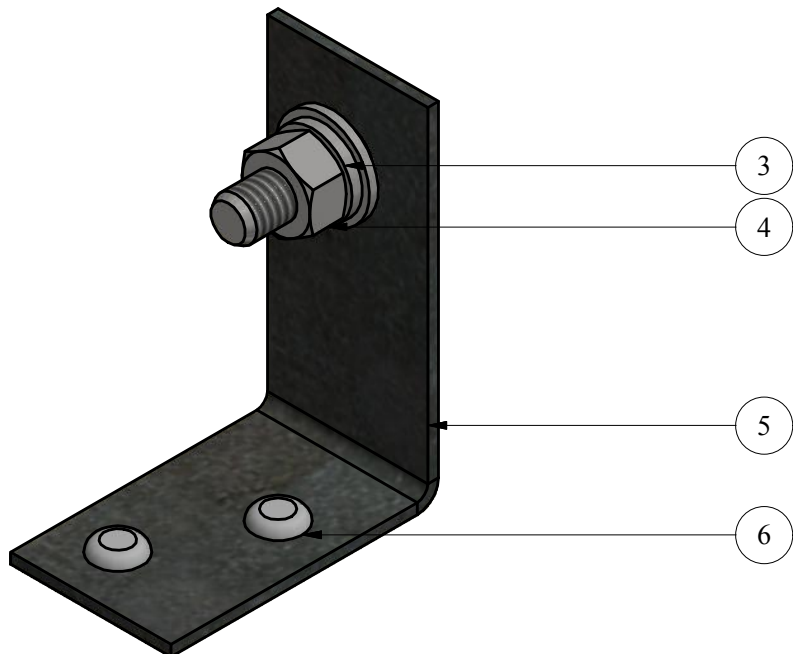


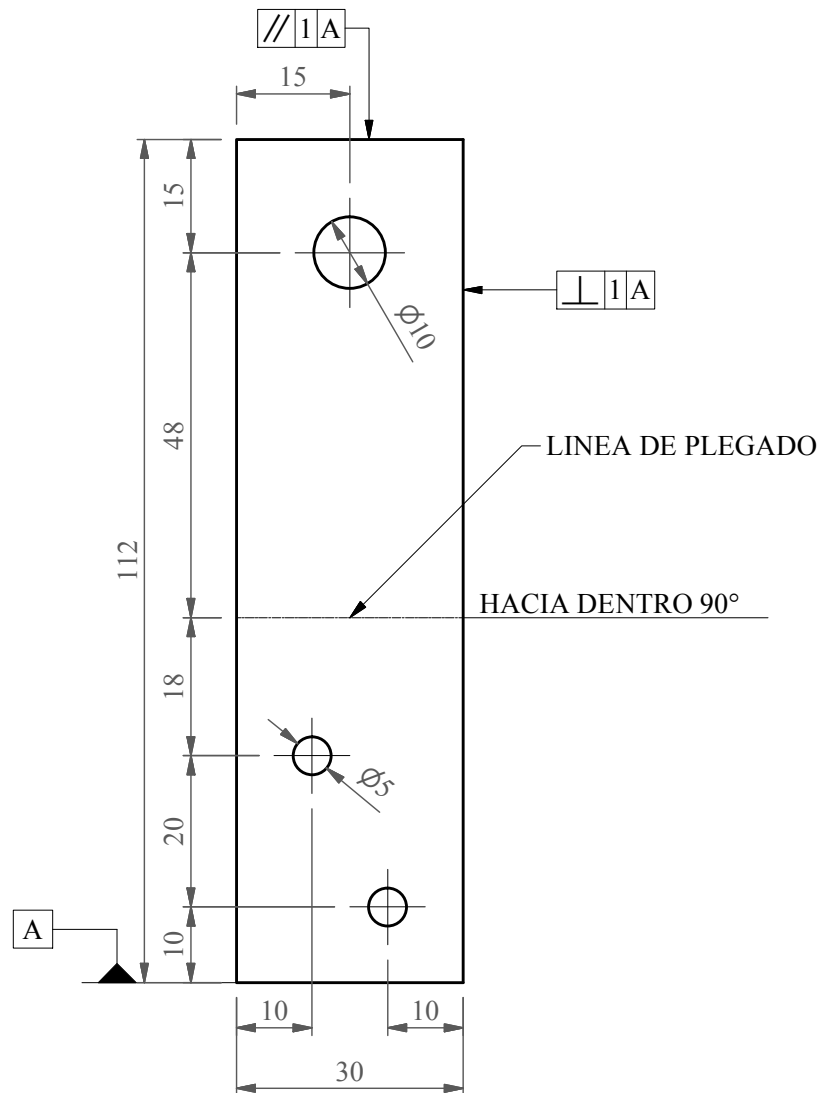
Tratamiento Térmico	N/A	Material: AISI - SAE 1018	Dim. Brutas. Ø85x40
Recubrimiento	N/A		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.
		Diseño:	Patricia Godoy.
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.
Manzana porta helice	Escala: 1:1	Código:	10.8921406.8914774.01.02.04
		Tol. Gral.: ± 1	



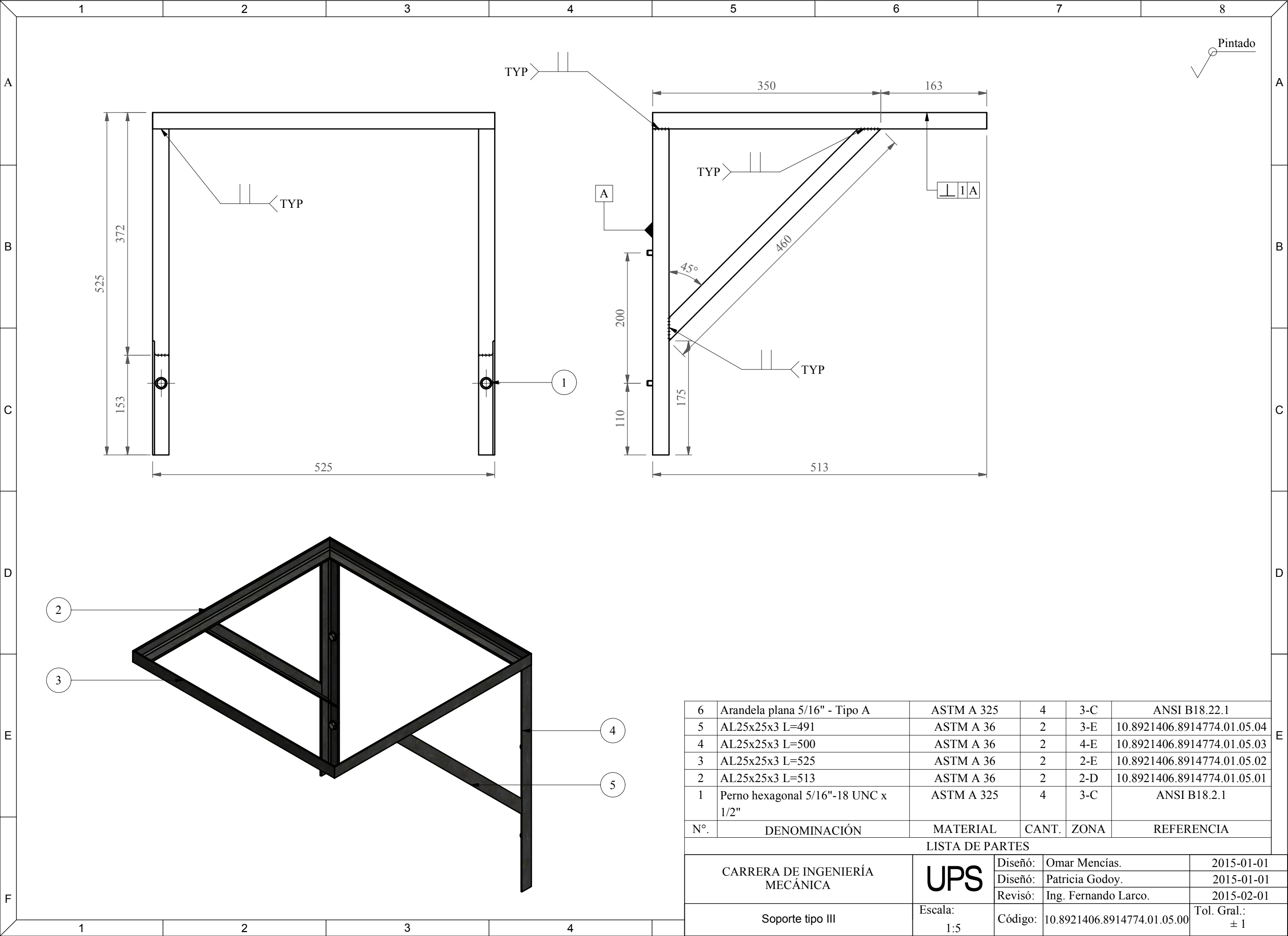


Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 653 (G-60)	Dim.Brutas. 305x35x2
Recubrimiento	N/A		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.
		Diseño:	Patricia Godoy.
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.
Soporte de campana	Escala: 1:2	Código:	10.8921406.8914774.01.03.01
		Tol. Gral.:	± 1

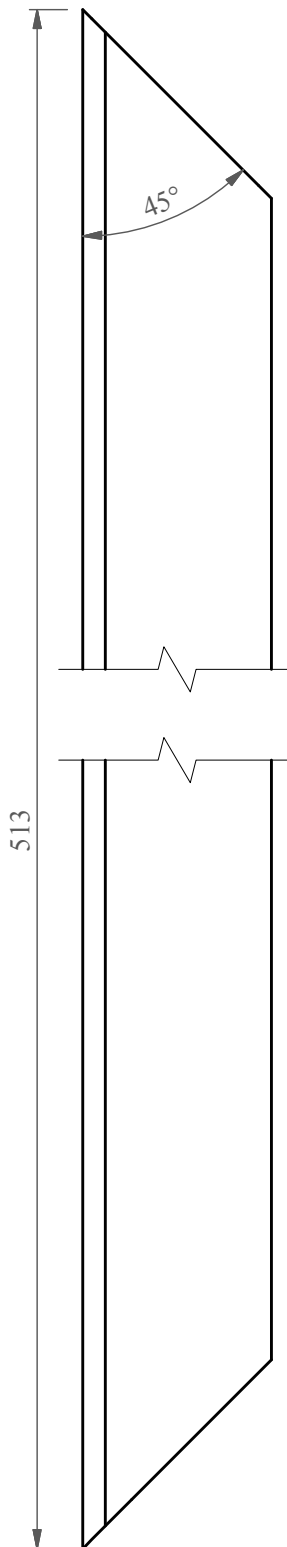
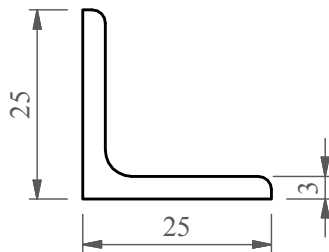
	1	2	3	4			
A					A		
B					B		
C					C		
D					D		
E	6	Remache 3/16" x 3/8"	Aluminio	2	3-D	Normalizado	E
	5	Soporte ventilador	ASTM A 653 (G-60)	1	3-D	10.8921406.8914774.01.04.01	
	4	Tuerca hexagonal 5/16"-18	ASTM A 325	1	2-C	ANSI B18.2.2	
	3	Arandela de presión 5/16"	ASTM A 325	1	2-C	ANSI B18.21.1	
	2	Arandela plana 5/16" - Tipo A	ASTM A 325	2	3-B	ANSI B18.22.1	
	1	Perno hexagonal 5/16"-18 UNC x 1"	ASTM A 325	1	3-A	ANSI B18.2.1	
	Nº.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANT.	ZONA	REFERENCIA	
LISTA DE PARTES							
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseño:	Omar Mencías.	2015-01-01		
			Diseño:	Patricia Godoy.	2015-01-01		
			Revisó:	Ing. Fernando Larco.	2015-02-01		
Soporte tipo II		Escala: 1:1	Código:	10.8921406.8914774.01.04.00		Tol. Gral.: ± 1	



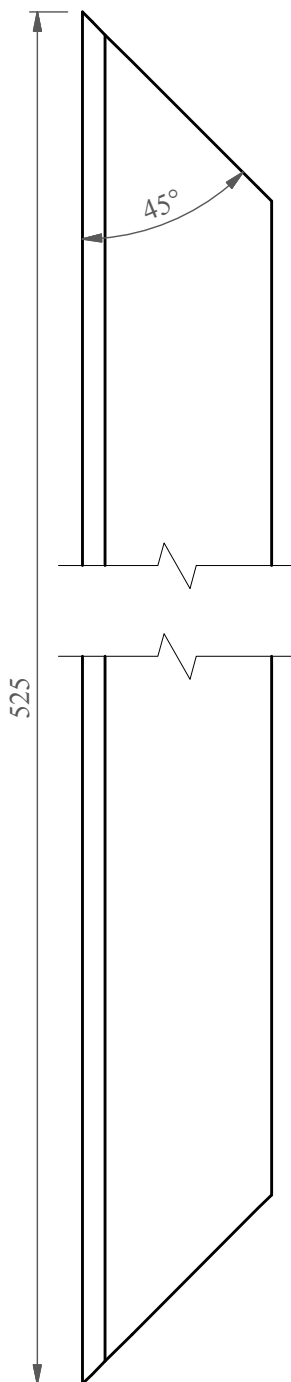
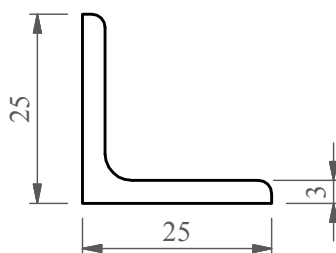
Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 653 (G-60)	Dim.Brutas. 120x35x2
Recubrimiento	N/A		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.
		Diseño:	Patricia Godoy.
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.
Soporte ventilador	Escala: 1:1	Código:	10.8921406.8914774.01.04.01
		Tol. Gral.:	± 1



✓ Pintado

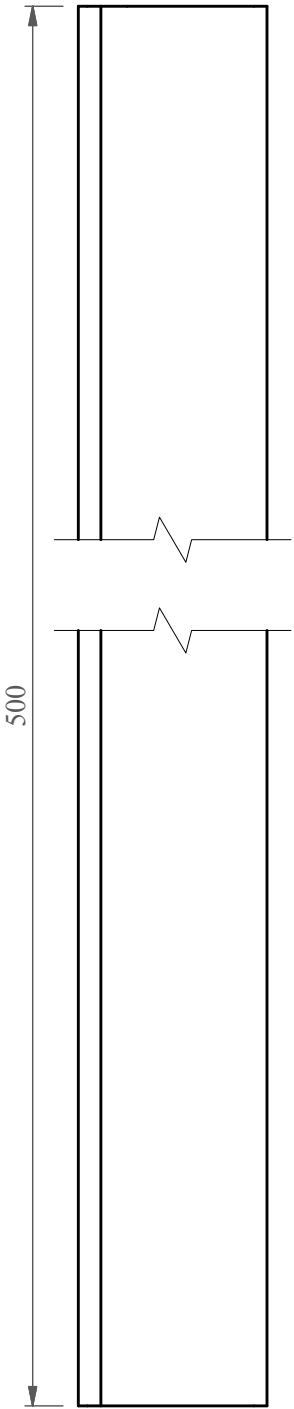
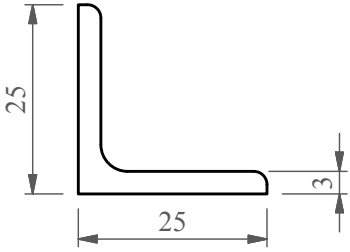


Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 36		Dim.Brutas. AL25x25x3x520	
Recubrimiento	Pintura anticorrosiva				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.	2015-01-01	
		Diseño:	Patricia Godoy.	2015-01-01	
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.	2015-02-01	
AL25x25x3 L=513	Escala: 1:1	Código:	10.8921406.8914774.01.05.01	Tol. Gral.: ± 1	

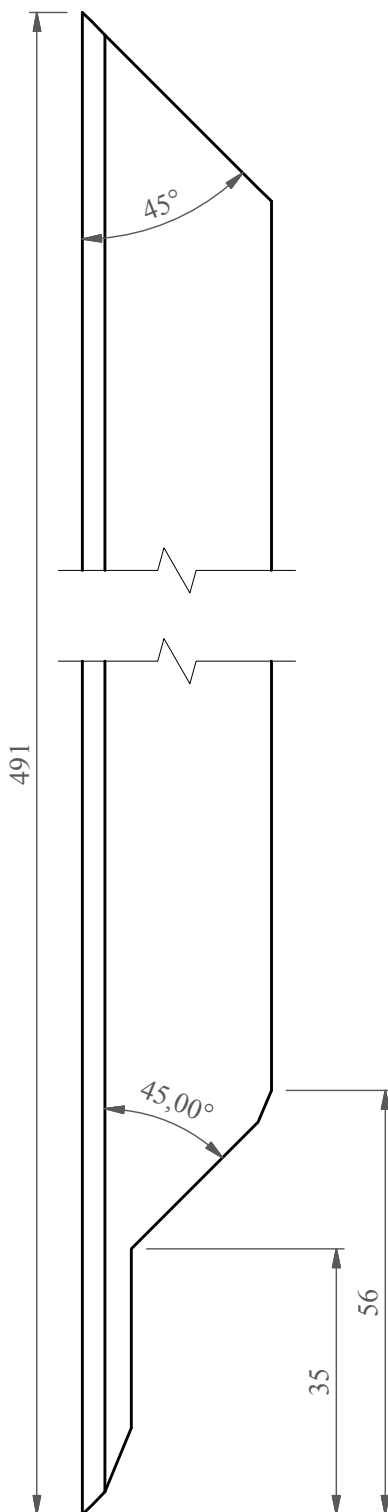
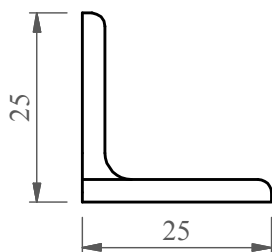


Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 36	Dim.Brutas. AL25x25x3x530
Recubrimiento	Pintura anticorrosiva		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.
		Diseño:	Patricia Godoy.
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.
AL25x25x3 L=525	Escala: 1:1	Código:	10.8921406.8914774.01.05.02
		Tol. Gral.: ± 1	

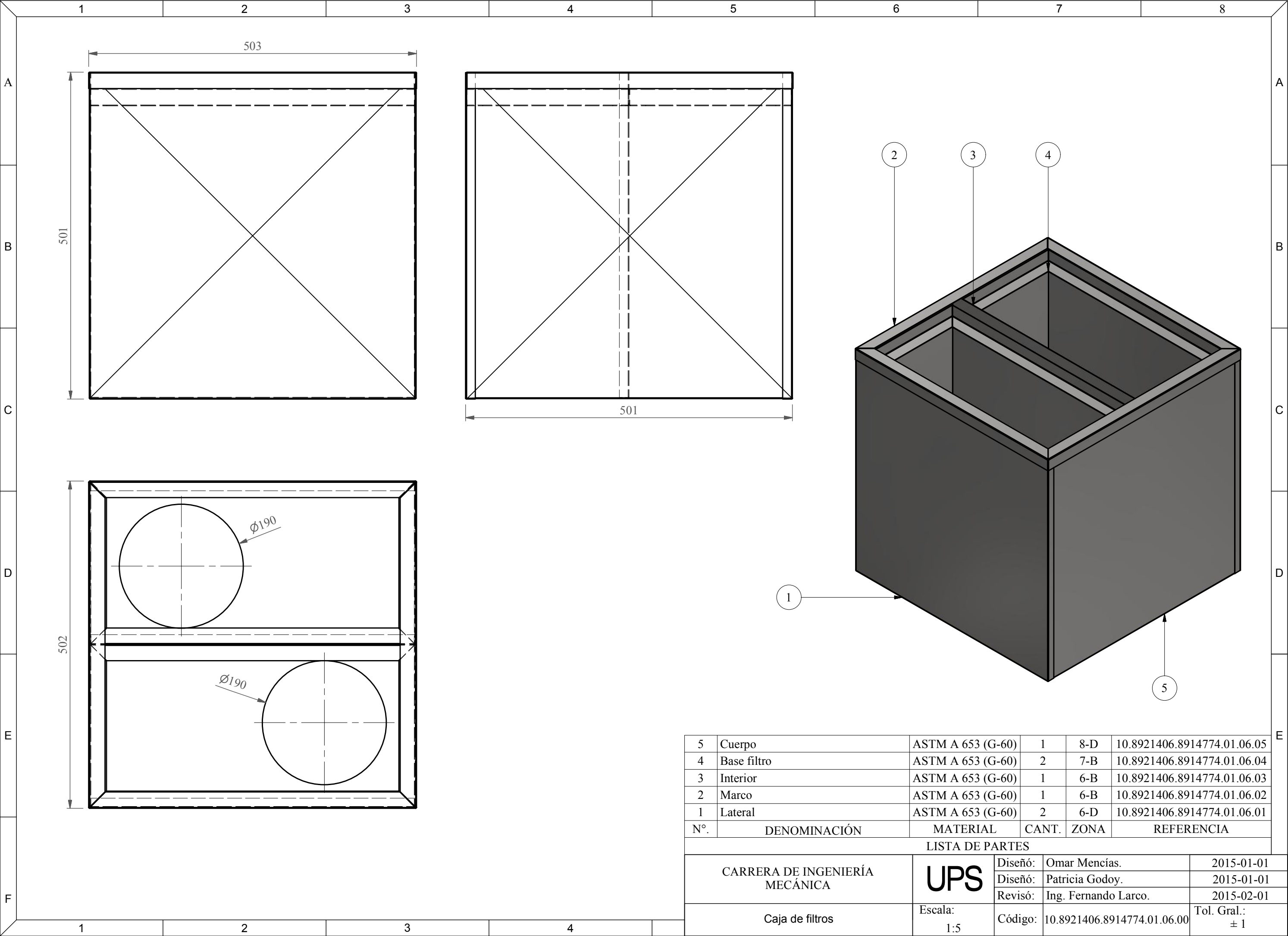
✓ Pintado



Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 36		Dim.Brutas. AL25x25x3x505	
Recubrimiento	Pintura anticorrosiva				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.	2015-01-01	
		Diseño:	Patricia Godoy.	2015-01-01	
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.	2015-02-01	
AL25x25x3 L=500	Escala: 1:1	Código:	10.8921406.8914774.01.05.03	Tol. Gral.: ± 1	

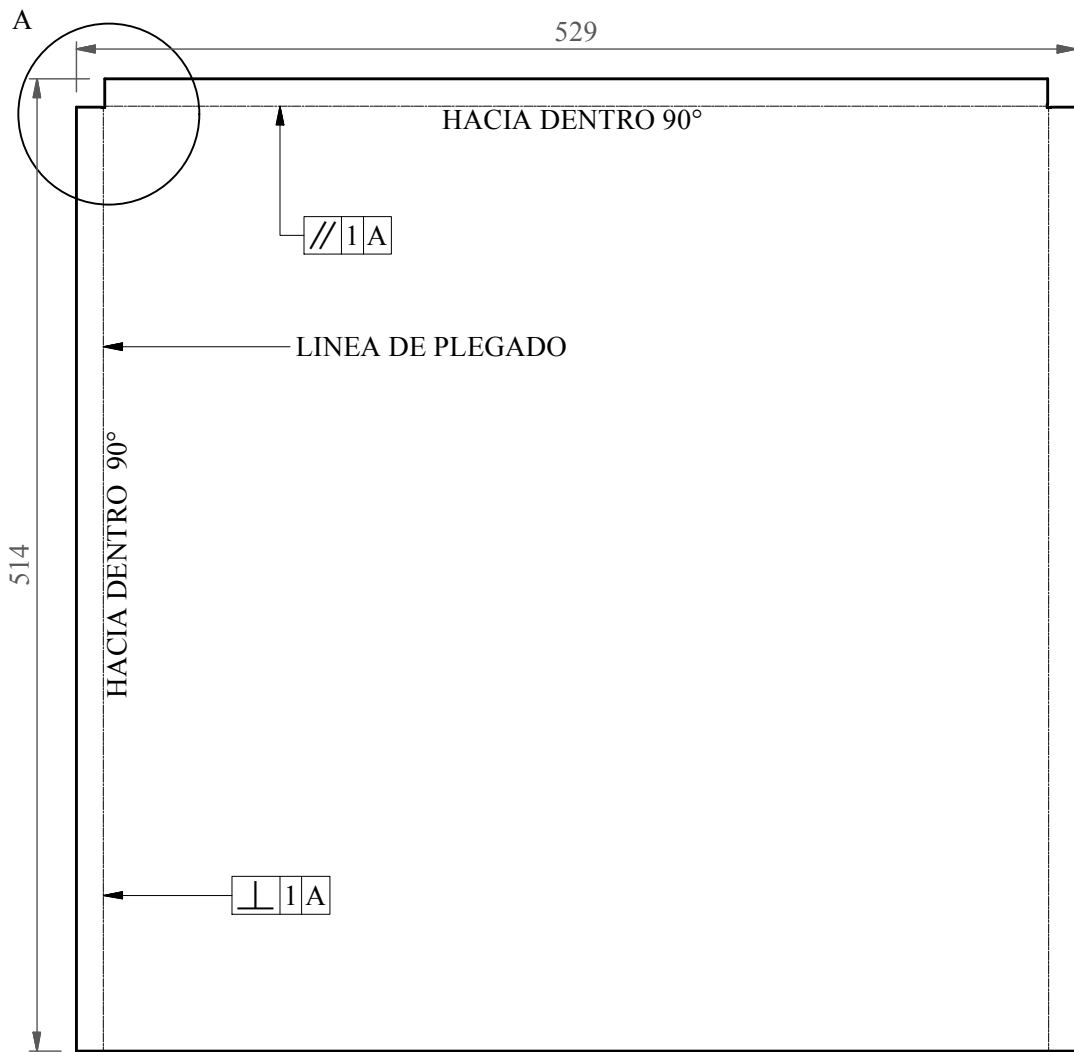


Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 36	Dim.Brutas. AL25x25x3x500
Recubrimiento	Pintura anticorrosiva		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.
		Diseño:	Patricia Godoy.
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.
AL25x25x3 L=491	Escala: 1:1	Código:	10.8921406.8914774.01.05.04
		Tol. Gral.: ± 1	

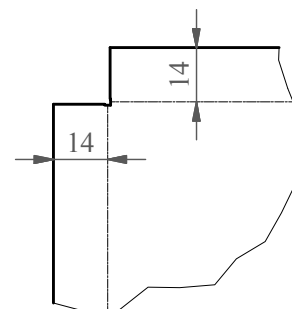


5	Cuerpo	ASTM A 653 (G-60)	1	8-D	10.8921406.8914774.01.06.05
4	Base filtro	ASTM A 653 (G-60)	2	7-B	10.8921406.8914774.01.06.04
3	Interior	ASTM A 653 (G-60)	1	6-B	10.8921406.8914774.01.06.03
2	Marco	ASTM A 653 (G-60)	1	6-B	10.8921406.8914774.01.06.02
1	Lateral	ASTM A 653 (G-60)	2	6-D	10.8921406.8914774.01.06.01
N°.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANT.	ZONA	REFERENCIA
LISTA DE PARTES					

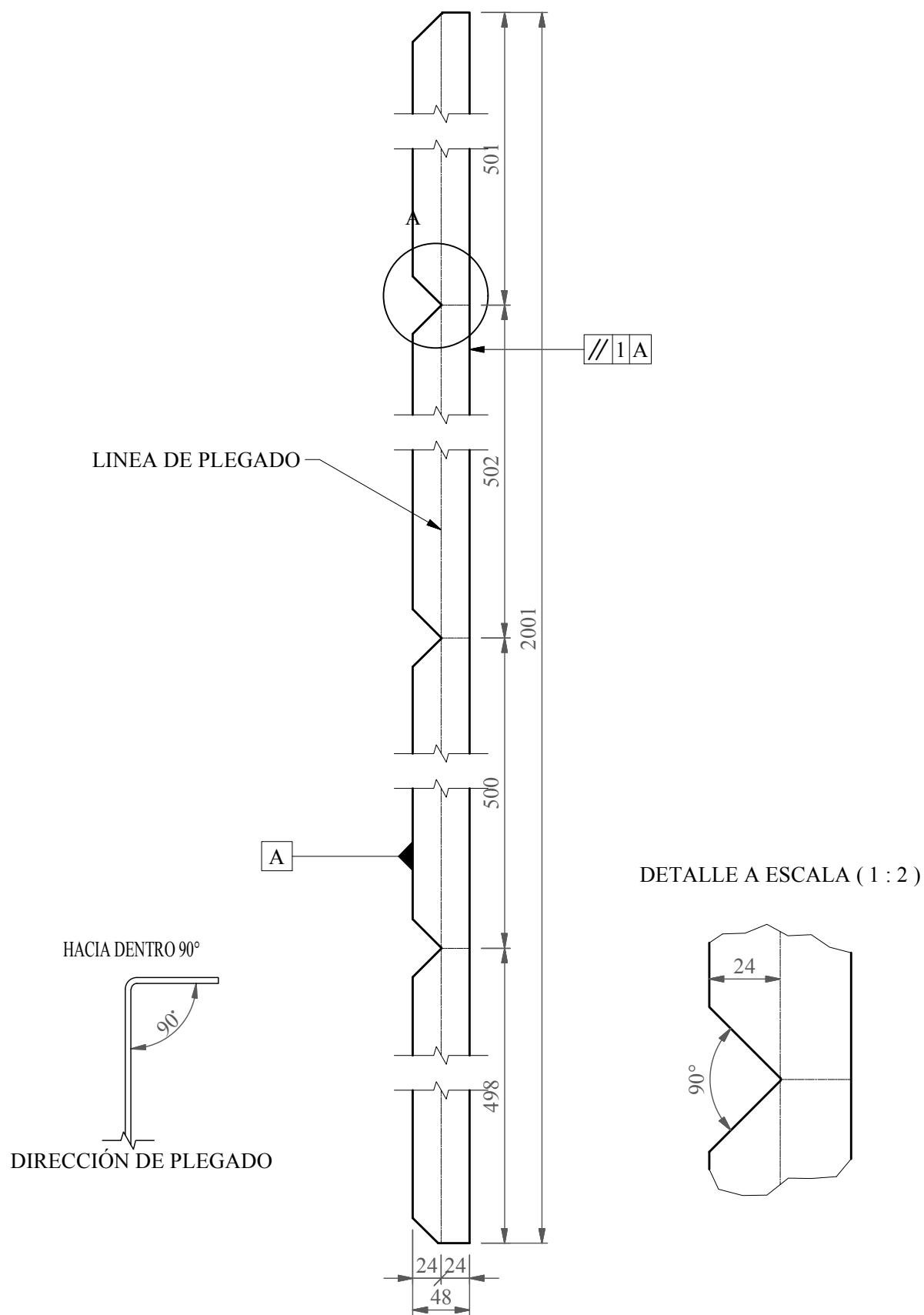
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.	2015-01-01
		Diseño:	Patricia Godoy.	2015-01-01
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.	2015-02-01
Caja de filtros	Escala: 1:5	Código:	10.8921406.8914774.01.06.00	Tol. Gral.: ± 1



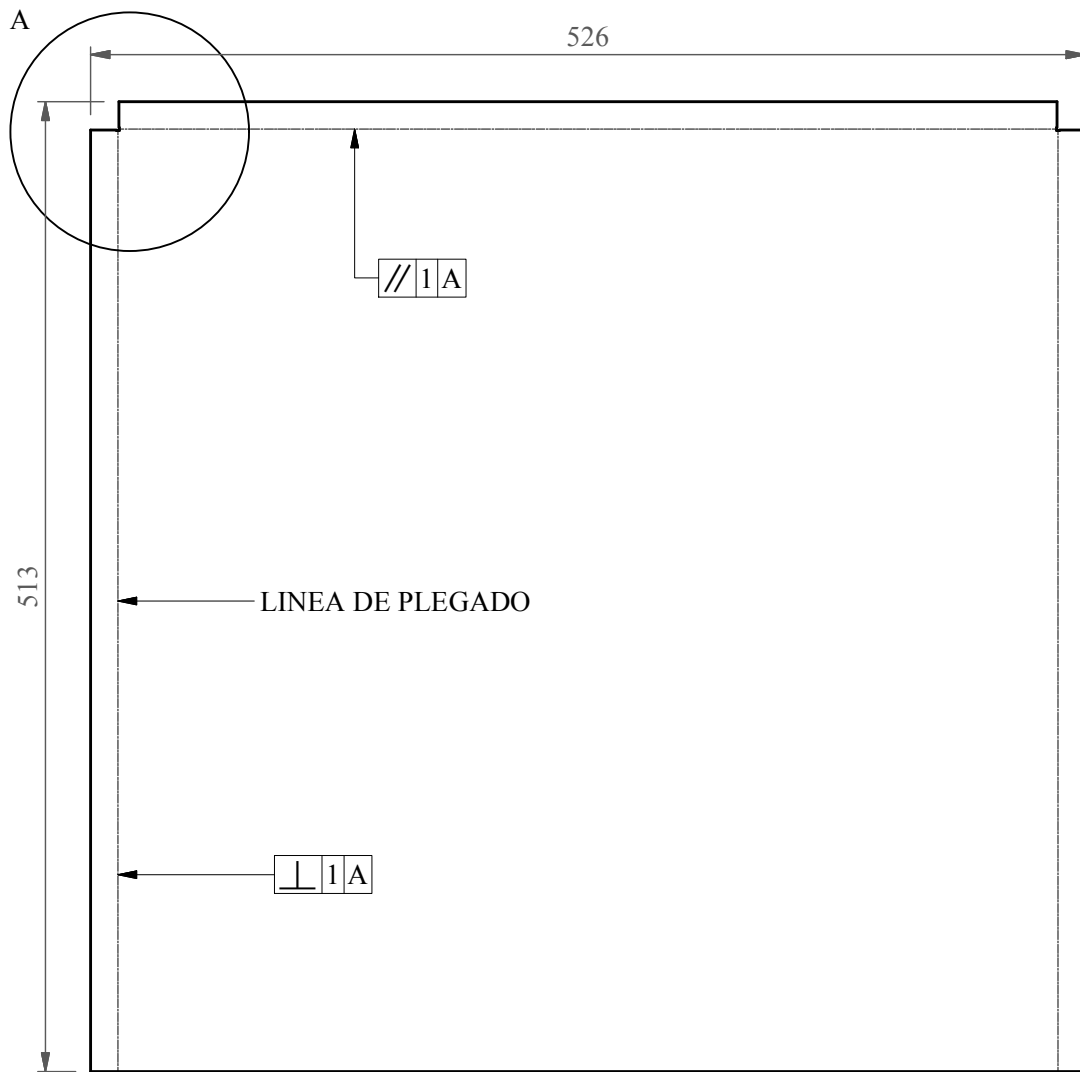
DETALLE A ESCALA(1 : 2)



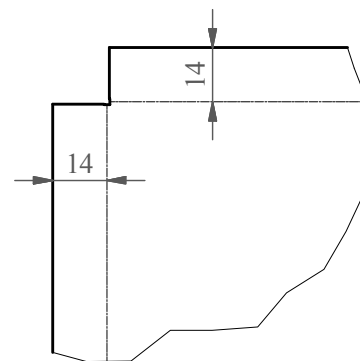
Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 653 (G-60)	Dim.Brutas. 520x535x0.7
Recubrimiento	N/A		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.
		Diseño:	Patricia Godoy.
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.
Lateral	Escala: 1:4	Código:	10.8921406.8914774.01.06.01
		Tol. Gral.: ± 1	



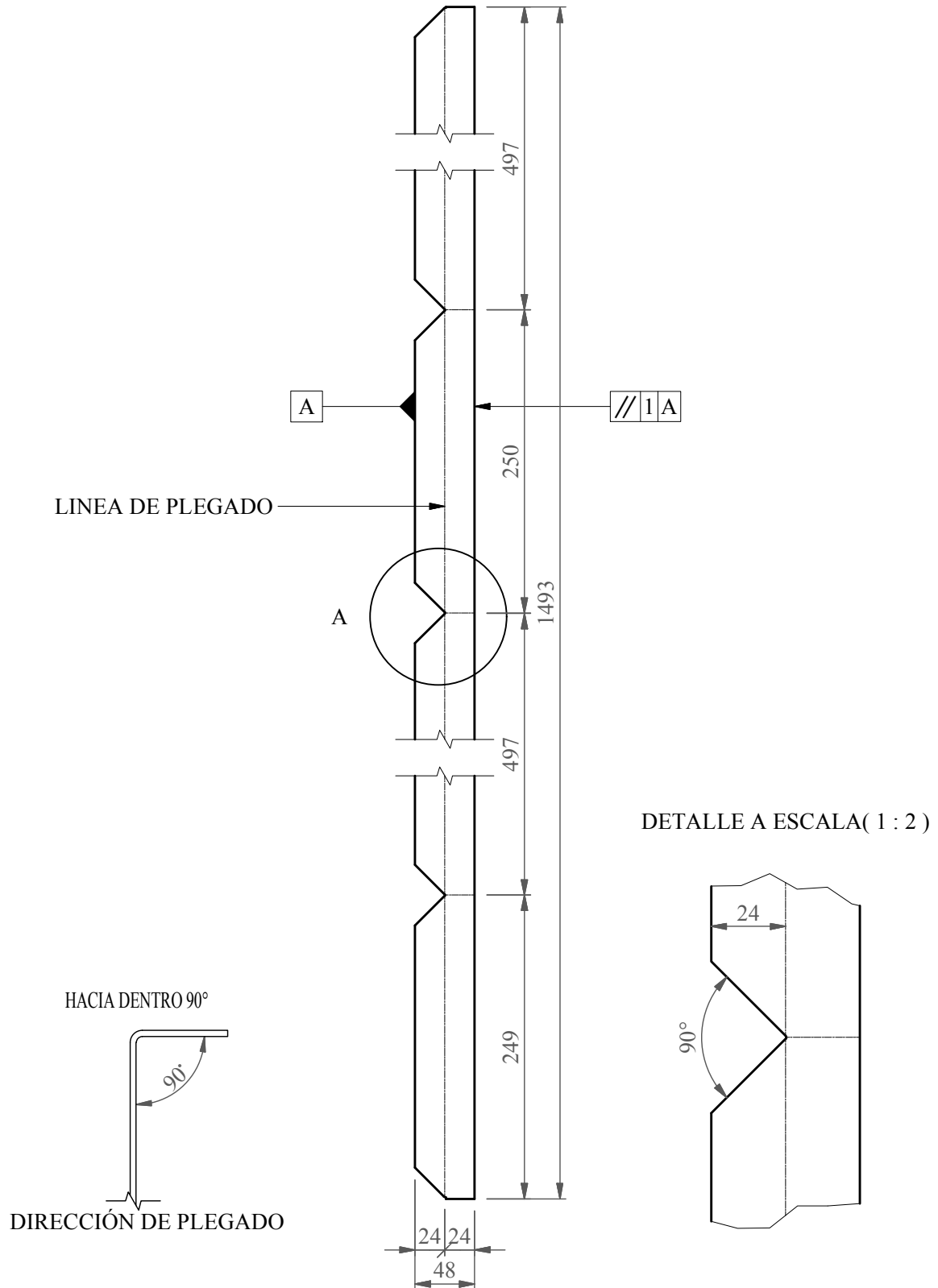
Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 653 (G-60)	Dim.Brutas. 2005x55x0.7
Recubrimiento	N/A		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Omar Mencías.
		Diseñó:	Patricia Godoy.
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.
Marco	Escala: 1:5	Código:	10.8921406.8914774.01.06.02
			Tol. Gral.: ± 1



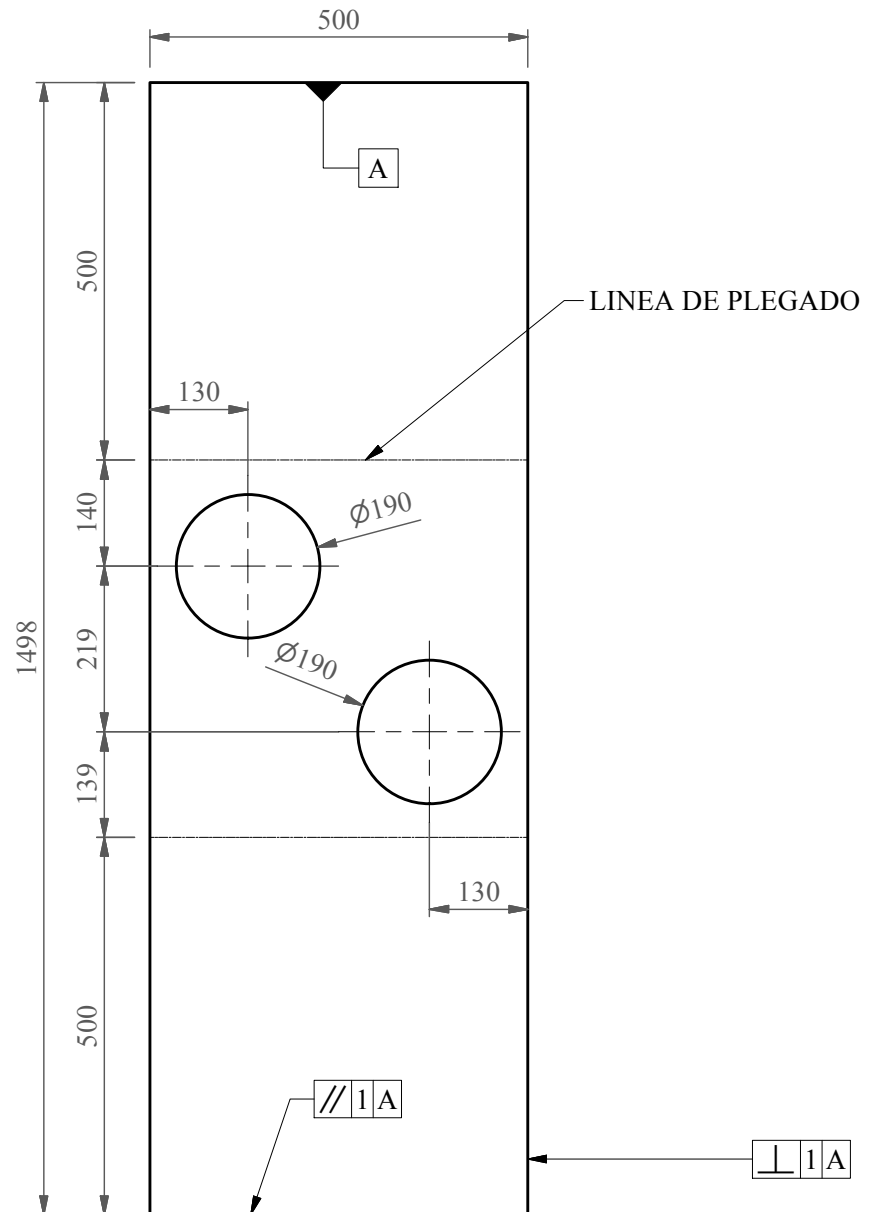
DETALLE A ESCALA(1 : 2)



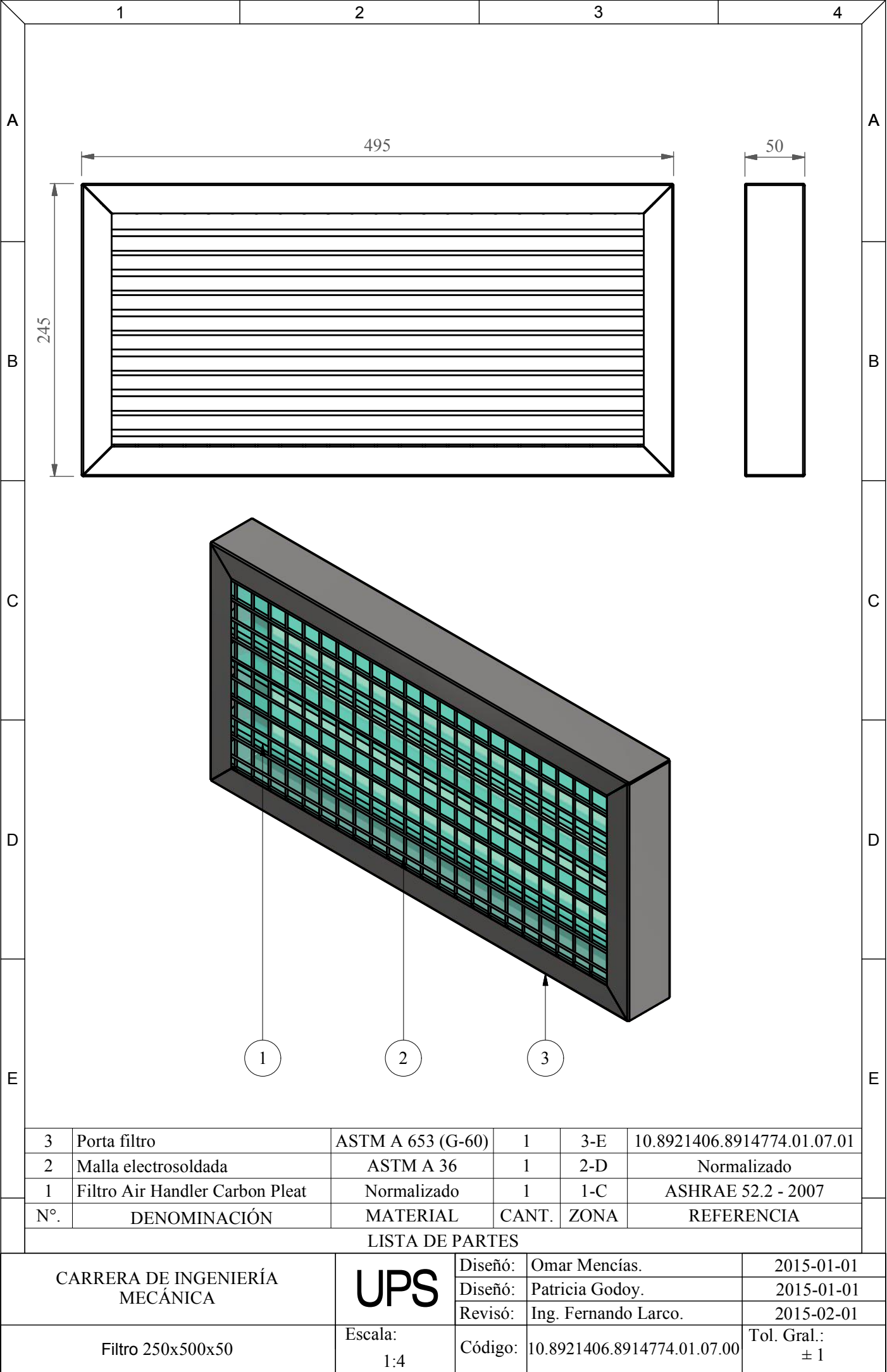
Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 653 (G-60)	Dim.Brutas. 520x530x0.7
Recubrimiento	N/A		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Omar Mencías.
		Diseñó:	Patricia Godoy.
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.
Interior	Escala: 1:4	Código:	10.8921406.8914774.01.06.03
		Tol. Gral.: ± 1	

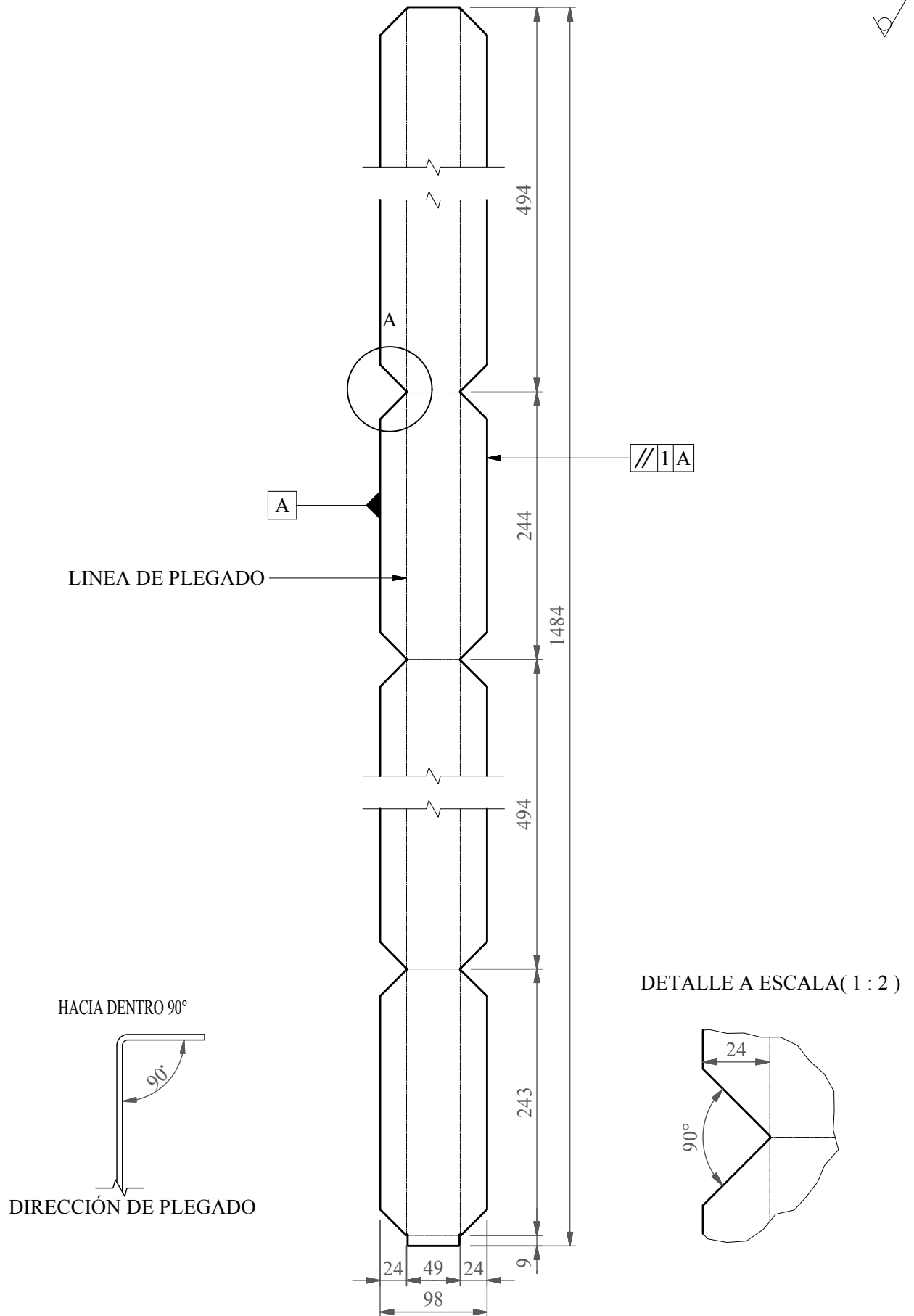


Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 653 (G-60)	Dim.Brutas. 1500x55x0.7
Recubrimiento	N/A		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.
		Diseño:	Patricia Godoy.
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.
Base filtro	Escala: 1:5	Código:	10.8921406.8914774.01.06.04
		Tol. Gral.: ± 1	



Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 653 (G-60)	Dim.Brutas. 1505x505x0.7
Recubrimiento	N/A		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.
		Diseño:	Patricia Godoy.
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.
Cuerpo	Escala: 1:10	Código:	10.8921406.8914774.01.06.05
		Tol. Gral.: ± 1	





Tratamiento Térmico	N/A	Material: ASTM A 653 (G-60)	Dim.Brutas. 1490x105x0.7
Recubrimiento	N/A		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Omar Mencías.
		Diseño:	Patricia Godoy.
		Revisó:	Ing. Fernando Larco.
Porta filtro	Escala: 1:5	Código:	10.8921406.8914774.01.07.01
		Tol. Gral.: ± 1	